



**Universidade de Aveiro**  
**2015**

Departamento de Economia, Gestão e Engenharia  
Industrial

**Hugo Daniel Esteves  
Fernandes**

**Análise e melhoria do armazém de expedição**



**Hugo Daniel Esteves  
Fernandes**

**Análise e melhoria do armazém de expedição**

Projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica do Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

## **o júri**

presidente

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Maria Pinto de Moura**

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

arguente principal

**Prof. Doutor Jorge Manuel Soares Julião**

Professor Auxiliar da Universidade Católica Portuguesa – Porto

orientador

**Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira**

Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

A todos os meus familiares, amigos e todos aqueles que me apoiaram durante a elaboração deste projeto.

A todos os colaboradores da Oliveira & Irmão,SA, pela ajuda ao longo destes oito meses.

Ao Professor Doutor Luís Ferreira, pelo apoio, disponibilidade e dedicação.

**palavras-chave**

Simulação, Pensamento *Lean*, Logística, Armazém.

**resumo**

O presente projeto desenvolveu-se durante a realização de um estágio curricular na empresa Oliveira & Irmão, SA.

O projeto incide sobre a reestruturação do *layout* do armazém de expedição, baseado nos objetivos pretendidos pela organização, desde a eliminação do desperdício até à alteração da função dos operadores, e sua padronização.

A fase inicial do trabalho é composta pela recolha e análise dos dados referentes ao armazém. Posteriormente, foi realizada a alteração do *layout* do armazém em AutoCad® e efetuado um modelo de Simulação em software Arena® para uma melhor compreensão das soluções antes da sua implementação nos dois armazéns de expedição.

Tendo como objetivo aumentar a capacidade de um dos armazéns em 30%, com este estudo foi conseguido um aumento de 167,4% e uma poupança de 6660,2€ no espaço de um ano.

**keywords**

Simulation, Lean Thinking, Logistics, Warehouse.

**abstract**

The current project was developed during the course of an internship at the Oliveira & Irmão, SA company.

The project focuses on the restructuring of the dispatch warehouse layout, based on the objectives desired by the organization, from waste disposal until modification of the operators' role, and its' standardization. The initial phase consists of the collection and analysis of data referring to the warehouse. Thereafter, an alteration of the warehouse layout was made using AutoCad® and a simulation model using Arena® software, for a better understanding of the solutions before their implementation at the two dispatch warehouses. Although the objective was to raise the capacity in 30% at one of the warehouses, this study enabled a 167,4% raise and a 6660,2% saving in one year.

## Índice

Capítulo 1 – Introdução .....	1
Capítulo 2 – Enquadramento Teórico .....	3
2.1 <i>Lean thinking</i> .....	3
2.2 Principios básicos do Lean thinking .....	3
2.2.2 Definir o Fluxo de Valor.....	4
2.2.3 Fluxo.....	6
2.2.4 Pull .....	6
2.2.5 Perfeição .....	7
2.3 Técnicas e ferramentas Lean .....	7
2.3.1 <i>Just In Time</i> .....	7
2.3.2 5S.....	8
2.3.3 Ciclo PDCA .....	9
2.4 Lean Manufacturing VS Simulação .....	9
2.5 Simulação .....	10
2.5.1 Vantagens da Simulação .....	10
2.5.2 Desvantagens da Simulação .....	11
2.5.3 Etapas para um projeto de simulação .....	12
2.6 Armazéns.....	14
2.6.1 <i>Layout</i> do armazém .....	14
2.6.2 Embalagem .....	15
2.6.3 Identificação de Material .....	17
2.6.4 Métodos de Localização no Armazém.....	17
2.7 Enquadramento .....	18
Capítulo 3 – Caso de Estudo .....	19
3.1 Descrição da empresa.....	19
3.2 Atividade industrial da empresa .....	20
3.3 Organigrama da empresa.....	21
3.4 Caracterização da Situação Existente.....	22
3.4.1 Armazém de Expedição .....	23

3.5 Objetivos a atingir .....	25
3.6 Metodologia adoptada .....	25
3.6.1 Registrar todas as tarefas, desde a recolha do produto acabado, até à expedição do material para o cliente .....	26
3.6.2 Número de paletes que chega ao armazém em cada turno.....	28
3.6.3 Tempo de recolha de produto acabado da linha de produção, filmar a paleta completa e posteriormente arrumar a paleta embalada .....	28
3.6.4 Tempo de separação de cargas .....	28
3.6.5 Estudo do tempo de carga, por tipologia da mesma (contentor ou camião) .....	30
3.6.6 Analisar o número de cargas em 2014 .....	30
3.6.8 Definição de localizações por cliente .....	38
3.6.9 Redefinição das tarefas dos operadores .....	39
3.6.10 Fazer simulação em Arena® do tempo de carga com base nas localizações por cliente .....	42
3.6.11 Análise e discussão dos resultados .....	44
Capítulo 4 – Conclusões e Desenvolvimento futuro .....	48
Bibliografia.....	49



## Índice de Figuras

Figura 1 - Os Setes desperdícios.....	5
Figura 2 – Fluxo de produção tradicional VS Fluxo Contínuo .....	6
Figura 3 – Diferença entre a lógica <i>pull</i> e <i>push</i> .....	7
Figura 4 - Etapas para a construção de um modelo de simulação.....	12
Figura 5 – Airbag para preencher espaços vazios.....	16
Figura 6 – Exemplo de localização no armazém .....	17
Figura 7 – Mercados da Oliveira & Irmão, S.A.....	19
Figura 8 – Organigrama Oliveira & Irmão, SA. ....	21
Figura 9 – Layout original do armazém de expedição .....	23
Figura 10– Cais de Expedição na imagem inferior, e as Estantes na superior .....	24
Figura 11 - Diagrama de precedências do 1º turno .....	27
Figura 12 - Diagrama de precedências do 2º/3º turno .....	27
Figura 13 – Falta de nivelamento de cargas .....	31
Figura 14 – Layout original .....	31
Figura 15– Novo layout .....	32
Figura 16 – Zona das placas de comando.....	33
Figura 17 – Construção de estantes para componentes de substituição .....	34
Figura 18 – Criação de paletes para um cliente específico .....	35
Figura 19 – Zona específica para unidade industrial .....	36
Figura 20 – Modificação do layout .....	37
Figura 21 – Exemplo de um quadro para identificar os clientes em cada localização .....	39
Figura 22 – Novo diagrama de precedências no 1º turno.....	40
Figura 23 – Novo diagrama de precedências do 2º e 3º turno .....	41
Figura 24 – Indicação dos portões de segurança .....	41
Figura 25 – Início das obras para tapar o cais de expedição .....	42
Figura 26– Modelo de Simulação.....	43

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Tarefas a realizar pelos operadores do armazém do 1º turno e sua precedência ...	26
Tabela 2- Tarefas a realizar pelos operadores do armazém do 2º/3º turno .....	27
Tabela 3– Paletes que entram no armazém de expedição .....	28
Tabela 4– Recolha de tempos .....	28
Tabela 5– Tempo de separação de 11 EPAL .....	29
Tabela 6– Tempo de separação de 25 EPAL .....	29
Tabela 7– Tempo de separação de 33 EPAL .....	29
Tabela 8– Tempo de carga, por tipologia .....	30
Tabela 9– Análise de cargas.....	30
Tabela 10– Capacidade do armazém .....	37

Tabela 11– Tarefas a realizar pelos operadores do armazém do 1º turno e sua precedência ..	40
Tabela 12– Redefinição das tarefas do 2º/3º turno.....	40
Tabela 13– Simulação do caso real .....	43
Tabela 14– Simulação após melhorias .....	43
Tabela 15– Capacidade do armazém antes e depois do novo layout .....	45
Tabela 16– Simulação do caso real .....	46
Tabela 17– Simulação após melhorias .....	46
Tabela 18– Poupança anual .....	47



## Capítulo 1 – Introdução

Este documento relata o trabalho realizado no âmbito da disciplina Projecto/Estágio/Dissertação de Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro.

Este estágio foi realizado na empresa Oliveira & Irmão, SA, em Aveiro, que produz autoclismos e mecanismos através de máquinas de injeção de plástico.

Para potenciar a optimização de recursos, é necessária uma reestruturação de tarefas dos operadores, eliminando o trabalho em vazio e as operações desnecessárias, assim como criar procedimentos padrão. Por outro lado, é fundamental ter um armazém de expedição com capacidade suficiente para suportar o material face à procura dos clientes, assim como a importância de ter um armazém organizado para facilitar todas as operações de carga.

Este projeto insere nestes últimos dois objetivos: a optimização dos recursos humanos no armazém de expedição e a reformulação desse mesmo armazém através da implementação de diversas ações no âmbito da logística industrial da empresa Oliveira & Irmão, SA. Numa primeira fase, foi feita uma análise das tarefas que cada operador realizava, identificando os desperdícios e a falta de organização dentro do armazém e, por fim, reformulando as tarefas dos operadores e o *layout* do armazém de expedição. Para auxiliar a implementação do projeto, aplicaram-se ferramentas como o AutoCad® e o software de simulação Arena®, contribuindo para analisar as melhores soluções para sua posterior implementação.

Este projeto está dividido em quatro capítulos. O primeiro capítulo é uma introdução ao trabalho desenvolvido, o segundo refere-se a todas as ferramentas e estudos necessários para a realização do projeto, familiarizando o leitor sobre o tema descrito. O capítulo três refere-se ao caso de estudo, desde a descrição da empresa, os objetivos, a metodologia adotada e os resultados obtidos. A conclusão deste projeto e algumas sugestões para o futuro estão inseridas no capítulo quatro.



## Capítulo 2 – Enquadramento Teórico

### 2.1 *Lean thinking*

O conceito *Lean thinking* foi adaptado das práticas desenvolvidas por Taiichi Ohno, Shigeo Shing e Eiji Toyoda, mais conhecida como TPS (Toyota Production System). O próprio TPS, inicialmente, foi uma adaptação da produção em massa que acontecia nos EUA, pela Ford Company e General Motors, tendo-se tornado num sistema que liga a produção em massa e a produção artesanal.

De seguida são enumerados alguns dos objetivos do TPS:

- Redução de custos, eliminando desperdícios;
- Assegurar produtos de qualidade;
- Locais de trabalho que respondam rapidamente a possíveis alterações;
- Os locais de trabalho devem ser organizados, baseado no respeito pelos seres humanos, crença mútua e suporte mútuo, e deve permitir que cada trabalhador desenvolva todas as suas potencialidades.

A designação “*Lean*” originalmente foi usada no livro “The Machine that Changed the World” de Womack, Jones & Ross (1990). Desde então, o termo é mundialmente aplicado com o objetivo da eliminação de desperdício e a criação de valor.

Womack, Jones & Ross (1990) afirmam que o *lean thinking* é como um “antídoto para o desperdício”, para a eliminação de qualquer atividade humana que não acrescenta valor.

### 2.2 *Princípios básicos do Lean thinking*

Segundo Womack & Jones (2003) o processo *Lean thinking* engloba cinco fases fundamentais, explicadas nos pontos seguintes, convertendo o desperdício em valor.

#### 2.2.1 Valor para o cliente

O ponto principal do *Lean Thinking* é identificar o que traduz valor para os clientes. O ponto de partida é tratar cada produto como um produto específico, que vai ao encontro de um cliente único, com um preço e um prazo singular. O valor é criado pelo

produtor a partir da ótica do cliente. Um dos problemas que hoje em dia ainda existe é conseguir definir corretamente o que é considerado valor para o cliente, uma vez que o valor não é um fator que se consiga medir. Promover um produto/serviço errado, só se traduz em desperdício “*Muda*” (Fernandes, 2007).

Existem duas formas de desperdício (Citeve, 2012):

- O puro desperdício: São todas as atividades dispensáveis como, por exemplo, deslocações, paragens e avarias.
- O desperdício necessário: Embora não acrescente valor ao produto final, estas atividades têm de ser realizadas, como a inspeção de matéria-prima e realização de *setups*.

O valor do bem/serviço é definido pelo cliente, segundo certas especificidades, e é oferecido a um preço e tempo definido, de acordo com a necessidade do cliente (Womack & Jones, 2003).

Podemos definir um conjunto de requisitos para aumentar o valor dos nossos produtos:

- Preços baixos;
- Entrega rápida;
- Boa relação qualidade-preço;
- Satisfação das necessidades dos clientes.

### **2.2.2 Definir o Fluxo de Valor**

Segundo Womack & Jones (2003), o fluxo de valor é um conjunto de processos necessários para disponibilizar um bem ou serviço ao cliente, sendo que estes processos podem adicionar valor ou não. Um dos objetivos é documentar todos os processos, números de pessoas e tempo gasto, para posteriormente identificar atividades que adicionam valor ao cliente e eliminar aquelas que não o acrescentam.

Os sete desperdícios “7 Wastes” que não acrescentam valor são (Citeve, 2012):

- *Excesso de produção*: este é o principal desperdício das sete categorias, usando o “Just In case” em oposição ao “Just in Time”, produzindo mais que o necessário, quando não é necessário.
- *Esperas*: Todo o tempo que as pessoas ou equipamentos estão parados devido a fatores externos como, por exemplo, a avaria de um equipamento.

- *Transporte e movimentações*: Todas as movimentações e transportes que são realizadas de um lugar para outro por alguma razão, danificando os produtos e aumentando os custos.
- *Desperdício de processos*: Referem-se a processos que são realizados de forma incorreta.
- *Stocks*: Presença de materiais que são retidos por um determinado tempo, dentro ou fora da fábrica.
- *Defeitos*: Os problemas de qualidade causam custos de inspeção, reclamações de clientes e retrabalho dos componentes.
- *Trabalho desnecessário*: refere-se ao movimento que não é realmente necessário para executar as operações.

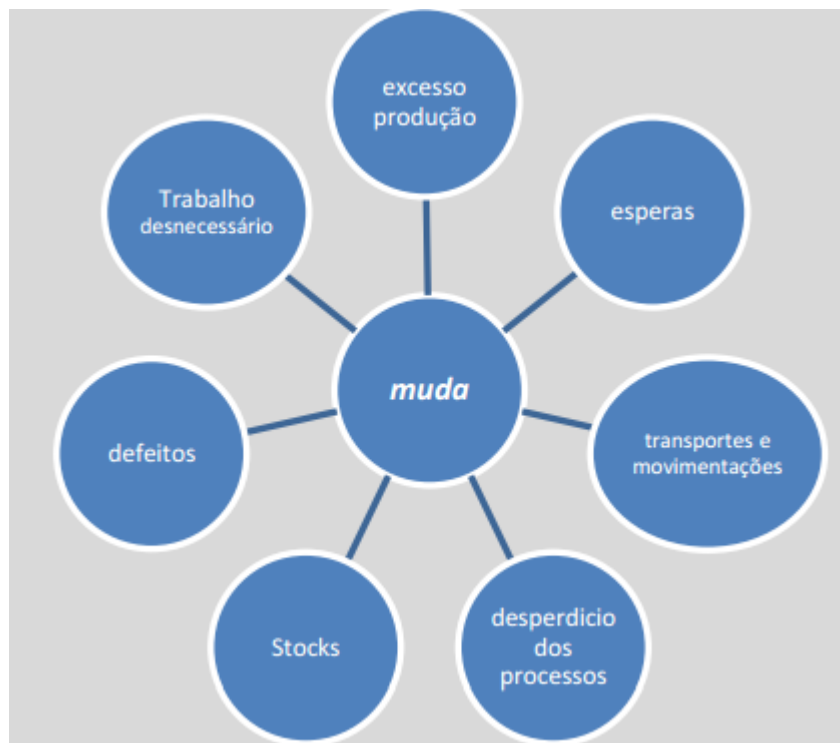


Figura 1 - Os Setes desperdícios

Segundo Pinto (2014), a organização não se deve apenas focar na satisfação dos clientes, mas sim em todos os *stakeholders*, entregando-lhes valor. Nenhum *stakeholder* deverá sobrepor os demais e a empresa deverá, sempre que possível, procurar o equilíbrio de interesses.



### 2.2.3 Fluxo

Segundo Womack & Jones (2004), o fluxo consiste em encontrar uma sequência ideal das etapas que criam valor, e que esta não seja interrompida. Os processos de uma organização devem ser analisados em toda a sua complexidade para definir novas tarefas e etapas, consolidando assim o fluxo contínuo.

Determinada a sequência ideal, o efeito na redução do *lead time* é imediato, seguido de um menor custo, diminuição de stock e de um curto período de entrega do produto ao cliente final.

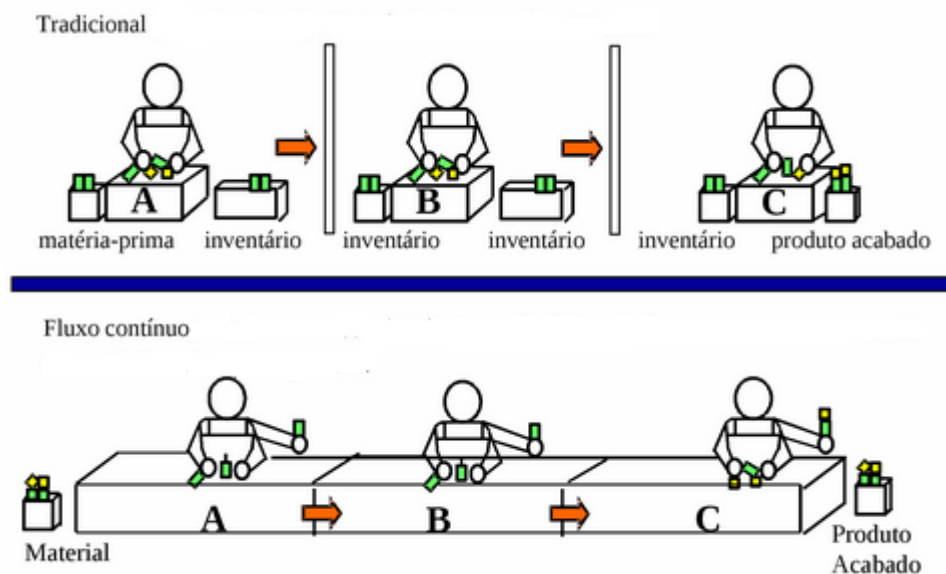


Figura 2 – Fluxo de produção tradicional VS Fluxo Contínuo

### 2.2.4 Pull

A lógica *pull* em oposição ao *push* procura deixar o cliente (e outros *stakeholders*) liderar os processos, competindo-lhes apenas a eles desencadear os pedidos, evitando que as empresas empurrem para os clientes aquilo que julgam ser a necessidade destas.

A estratégia *pull* resulta em (Pinto, 2014):

- Reduzidos *lead times*;
- Redução dos níveis de inventário em todas as etapas da cadeia de fornecimento;
- Redução das fontes de variabilidade nos sistemas de fabrico e de distribuição;
- Maior capacidade de resposta aos mercados em permanente mudança.

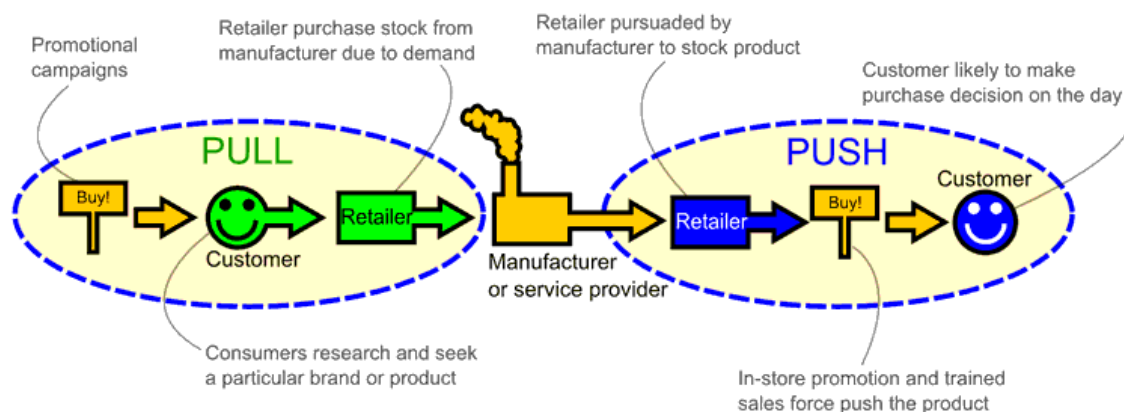


Figura 3 – Diferença entre a lógica *pull* e *push* (Fonte: [www.marketing-made-simple.com](http://www.marketing-made-simple.com))

## 2.2.5 Perfeição

Finalmente, depois de cumprir todos os princípios básicos do *Lean Thinking*, as organizações têm de ir ao encontro da perfeição, para obterem todo o potencial que o *Lean* tem para lhes oferecer (Womack & Jones, 2003).

A perfeição visa reduzir continuamente as perdas em todas as áreas e de todas as formas (Francois, 2006).

Tem de ter-se sempre em conta que os interesses, as necessidades e as expectativas das diferentes partes interessadas estão em constante evolução. Segundo Pinto (2014), incentivar a melhoria contínua a todos os níveis da organização, ouvindo constantemente a voz do cliente e procurando ser rápido, permitirá às organizações melhorar continuamente.

## 2.3 Técnicas e ferramentas Lean

### 2.3.1 Just In Time

A ferramenta *Just in Time* assenta num método em que o *lead time* da produção é reduzido, de maneira a ter disponível somente o *stock* mínimo essencial para manter os processos a trabalhar. Por outras palavras, *Just in Time* tem por base abastecer cada fase do processo somente com a matéria-prima certa, na quantidade, no momento e no local adequado.

Para que todo o processo de produção *Just in Time* funcione apropriadamente, este depende de três elementos. O primeiro elemento do JIT é o *Takt Time*, cujo objetivo é sincronizar o ritmo da produção com o das vendas, de modo a atender à procura sem

estimular a superprodução. O segundo é o fluxo contínuo, que pretende estabelecer um fluxo entre os produtos e as atividades que criam valor. Por último, o terceiro elemento é a produção *pull*, pois, embora o fluxo contínuo deva ser seguido sempre, em alguns pontos poderá haver necessidade da produção em lotes e, quando isso acontece, existe a necessidade da implementação de sistemas *pull* com base em supermercados (Ghinato, 1995).

Por outro lado, e segundo Sugimori et al. (1977), esta ferramenta permite um método de produção que revela a existência de equipamentos e de trabalhadores excedentes. Tal como já foi referido anteriormente, este é um ponto de partida para a segunda característica do TPS, ou seja, fazer pleno uso da capacidade dos trabalhadores. No entanto é fundamental que se entenda que o JIT é somente um "meio" de alcançar o verdadeiro objetivo do TPS, ou seja, aumentar os lucros através da completa eliminação de perdas.

### 2.3.2 5S

Segundo Pinto (2014), os 5S referem-se a um conjunto de práticas que procuram a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos através de uma abordagem muito simples, que assenta na manutenção de condições ótimas dos locais de trabalho (ordenados, arrumados e organizados).

Para Silva (1994), através dos 5S pode-se verificar o que é realmente importante para fornecer resultados positivos para a organização. Todos os resultados podem ser verificados na motivação dos operadores, na organização da empresa, na redução de desperdícios e na produtividade, uma vez que, quem realiza muito melhor o seu trabalho são aqueles que estão comprometidos com ele.

Os 5S derivam das iniciais cinco palavras japonesas: *Seiri*, *Seiton*, *Seison*, *Seiketsu* e *Shitsuke*.

- **Seiri (Separar)** – Primeiramente, é necessário definir o material indispensável para o posto de trabalho, descartando todo o material supérfluo.
- **Seiton (Arrumação)** – De seguida, identificam-se os materiais que são necessários para o local de trabalho, e define-se um local para cada material. A gestão visual funciona perfeitamente neste ponto.
- **Seison (Limpeza)** – A limpeza do local de trabalho é fundamental, com o intuito de tornar o local de trabalho agradável.

- **Seiketsu (Normalização)** – O quarto S significa definir uma norma para todo o local/fábrica e não apenas para um local específico.
- **Shitsuke (Disciplina)** – Por fim, é necessário proceder à revisão de todos os pontos anteriores, tornando-os rotina.

### 2.3.3 Ciclo PDCA

Tal como afirma Pinto (2014), a sigla “PDCA” designa cada etapa de um ciclo: *Plan, Do, Check, Act*.

O “PDCA” é conhecido como o ciclo de melhoria contínua, ou ciclo de Deming. Tem origem através de Walter Shewhart; no entanto, só a partir de 1950, no Japão, é que o ciclo começa a ser popularizado.

Este método é usado nas empresas, sobretudo nas atividades de melhoria, aplicando uma eficaz gestão das atividades de uma empresa, estabelecendo assim uma padronização/elaboração de atividades e como guia para a melhoria contínua.

A sigla PDCA compreende os seguintes passos:

- **PLAN** – estabelecer um plano, com base nos procedimentos das empresas, instituindo objetivos claros, que todas as ramificações devem cumprir.
- **DO** – colocar em prática todo o plano elaborado. Se não for possível uma solução ótima, é necessário avançar com pequenas etapas, até alcançar o objetivo proposto.
- **CHECK** – depois de executar tudo que foi planeado, é necessário comparar os objetivos que foram estipulados com os resultados alcançados e avaliar a necessidade de alguma ação corretiva.
- **ACT** – padronizar as medidas que foram eficazes e realizar ações corretivas que visam a retificação de alguma falha encontrada. Depois de realizar todas as ações, deve repetir-se o ciclo, dando continuidade ao processo de melhoria contínua.

### 2.4 Lean Manufacturing VS Simulação

Desde sempre que as empresas procuram alcançar as melhores soluções para as suas indústrias, eliminando os desperdícios com o menor custo possível.

Através de modelos de simulação, é possível determinar as melhores soluções, apenas com o custo de um software de simulação, não sendo necessário gastar recursos para alterar a “base da fábrica”, correndo o risco de não obter melhorias.

Pidd (1998) afirma que a simulação é um veículo para experimentar diversos modelos reais, numa forma de tentativa-erro e, aquele que produzir melhores resultados, pode ser aplicado no sistema real.

A simulação permite visualizar, a baixo custo, as implicações da mudança nos processos. Ou seja, a utilização de modelos de simulação em projetos de *Lean Manufacturing* dará a base para uma decisão consciente e consistente, eliminando as insatisfações e os altos custos associados aos projetos implementados através da tentativa-erro da experiência na vida real (Oliveira, 2008).

Standridge & Marvel (2006) apresentam uma justificação para o uso de simulação em projetos de *Lean Manufacturing*, destacando as deficiências de um projeto *lean* e como a simulação ajuda a superar tais deficiências.

## **2.5 Simulação**

Para Pedgden, Shannon & Sadowski (2005), a simulação é a criação de um modelo que representa um caso real, permitindo realizar diversas experiências, alterando os parâmetros introduzidos, cuja finalidade é compreender e analisar o caso real.

Segundo Banks (1998), a simulação é uma imitação de uma operação que existe na realidade. Esta simulação é criada e observada com o objetivo de extrair conclusões sobre o processo real.

A simulação é pois um processo de construção de um modelo feito em computador para realizar experiências numéricas e compreender melhor o sistema em diferentes condições (Kelton & Sadowski, 2000).

### **2.5.1 Vantagens da Simulação**

Segundo Banks (1998), as principais vantagens no uso de programas de simulação são:

- Permite testar projetos sem comprometer a empresa a adquirir recursos materiais, permitindo manipular decisões no modelo sem necessitar de gastar recursos físicos.

- Cumprimindo ou expandindo o tempo, a simulação permite acelerar ou desacelerar fenômenos, de modo a examinar uma mudança em questão de minutos. Ou seja, podemos simular várias horas de um processo, em apenas um minuto.
- Uma das maiores vantagens da utilização de um software de simulação é desenvolver um modelo válido e, posteriormente, explorar novos procedimentos operacionais ou métodos, sem destruir o modelo original, observando os efeitos dessas alterações.
- Cada vez as organizações são mais modernas e complexas, o que torna impossível considerar todas as interações que ocorrem num determinado momento. A simulação permite entender melhor as interações entre variáveis que compõem tais sistemas complexos. Diagnosticar problemas, ganhando conhecimento sobre essas variáveis, aumenta a compreensão do desempenho do sistema global.

### **2.5.2 Desvantagens da Simulação**

Segundo o autor Banks (1998), a simulação também traz algumas desvantagens:

- A construção dos modelos requer muito tempo de treino;
- Modelar e analisar a simulação criada pode ser muito dispendiosa, quer em recursos financeiros mas também de tempo consumido;
- Programar um modelo pode ser altamente dispendioso e também desgastante, caso não existam recursos apropriados;
- Muitas vezes os resultados podem ser extremamente difíceis de interpretar.

### 2.5.3 Etapas para um projeto de simulação

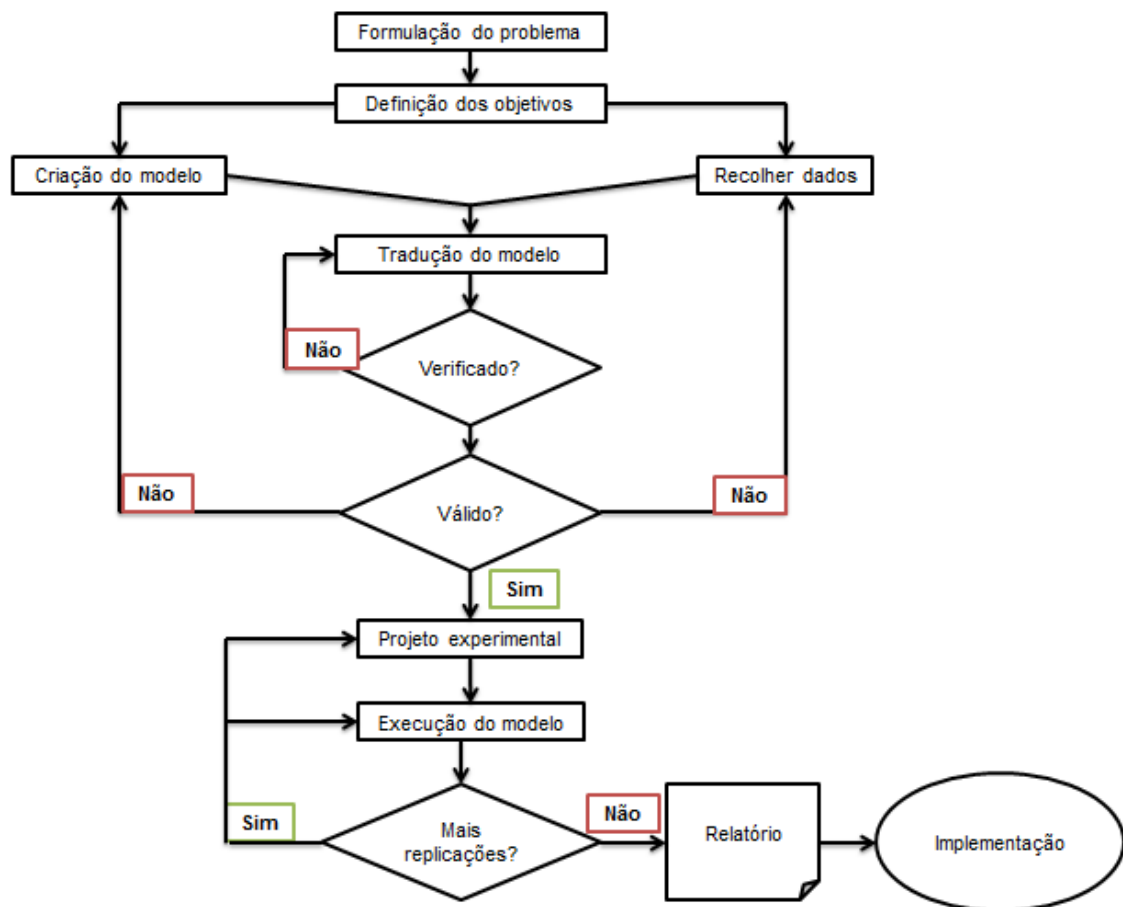


Figura 4 - Etapas para a construção de um modelo de simulação (Fonte: Banks, 1998)

- **Formulação do problema:** Um estudo de simulação começa sempre com um problema para resolver. O analista deve ter extremo cuidado para garantir que o problema que o cliente forneceu seja claramente compreendido. Porém, é possível que o problema seja reformulado durante esta formulação.
- **Definição dos objetivos:** Nesta fase, é feita uma proposta onde se indicam os objetivos e as questões que devem ser respondidas pelo estudo de simulação. O projeto deve incluir os vários cenários que serão investigados, tais como: número de pessoas necessárias, requisitos de hardware e software, todas as fases de investigação e os custos do estudo.
- **Modelo conceptual:** numa primeira fase, é recomendado começar com um modelo simples e, ao longo do estudo, torná-lo mais complexo, até aos pequenos pormenores. Não é necessária a criação de um modelo extremamente complexo, dado que apenas irá aumentar o custo do estudo, o

tempo da sua conclusão e não aumenta a qualidade do modelo. Nesta fase apenas consiste numa abstração do sistema real.

- Recolher dados: para uma melhor gestão do modelo de simulação, este passo deve ser feito em simultâneo com a criação do modelo, uma vez que pode ser necessário fazer alterações devido à sua complexidade. Todos os dados recolhidos vão ao encontro do objetivo do estudo, daí a importância da definição dos objetivos antes da criação do modelo, evitando desperdiçar tempo e recursos.
- Tradução do modelo: Nesta etapa é construído o modelo operacional, ou seja, traduzir o modelo conceptual num formato reconhecível pelo software no computador.
- Verificação: é recomendável que a verificação seja feita de forma contínua, apurando sempre o bom funcionamento do modelo.
- Validação: A validação é a determinação que o modelo conceptual é uma representação exata do sistema real. A forma ideal para validar o modelo é comparar o *output* real com o fornecido pelo software, mas nem sempre é fácil conhecer o *output* real.
- Projeto experimental: Para cada cenário que está a ser simulado, é necessário tomar decisões sobre o número de replicações, o tempo de simulação e conhecer os *inputs* a introduzir no modelo.
- Execução do modelo: Nesta fase o modelo é executado para a sua posterior análise e estimar medidas de desempenho para o modelo simulado.
- Replicações: Com base na análise feita no ponto anterior, é determinado se são necessárias mais replicações do modelo, ou se é preciso adicionar outros cenários para atingir o objetivo final.
- Relatório: O relatório consiste em documentar todos os passos feitos até ao fim do projeto, os resultados obtidos, as diferentes alternativas que foram abordadas e suas comparações, assim como as recomendações dos analistas que criaram o modelo. A informação deve passar de forma clara e concisa para o cliente, uma vez que a simulação pode ser vista por outros analistas, um dia mais tarde, e deve ser compreensível a forma como o modelo de simulação opera.
- Implementação: O último passo de um estudo de simulação é converter o virtual para a realidade. De salientar que o sucesso da implementação aumenta quando o cliente é envolvido em todos os passos da construção do modelo, tornando assim mais fácil a implementação.



## **2.6 Armazéns**

Franklin (2003) afirma que o armazém de material é onde se guarda temporariamente os produtos para posteriormente serem distribuídos/expedidos. No mundo atual, trabalhamos para possuir a menor quantidade de stock possível para minimizar os custos. Mas, por outro lado, é necessário ter um stock elevado para não haver falha de produto e, conseqüentemente, perda de vendas. Neste caso, é necessário existir um certo equilíbrio entre minimizar custos e garantir um stock de segurança.

Para Hong (1999), um stock elevado garante toda a procura dos clientes mas, em contrapartida, implica custos financeiros e oportunidades de investimento, uma vez que o dinheiro está na “forma” de stock.

A armazenagem de produtos constitui uma função essencial no processo logístico e os seus custos podem absorver de 12 a 40% das despesas logísticas de uma empresa (Ballou, 1993).

Segundo Bartholdi & Hackman (2014), um dos grandes desafios da gestão da cadeia de abastecimento é que a procura pode mudar rapidamente, mas o tempo que a oferta demora a reagir é maior.

Segundo Monica (2005), todo o armazém deve ser planeado envolvendo diversas atividades:

- *Layout* do armazém;
- Embalagem;
- Identificação de materiais;
- Métodos de localização;
- Armazém adequado a uma rápida resposta ao cliente face à procura.

### **2.6.1 *Layout* do armazém**

Segundo (John & Steven, 2014), quando o produto é armazenado em locais convenientes, é fácil aceder a esse produto quando solicitado. Porém, o que se entende por “conveniência” depende dos modelos de trabalho e do espaço disponível. Estes modelos são mais simples quando os produtos são colocados em paletes, no caso de terem dimensões padrão e poderem ser manipulados individualmente. No entanto, quando os produtos são de pequena dimensão e em pouca quantidade,

torna-se progressivamente mais difícil definir um *layout* apropriado (Bartholdi & Hackman, 2014).

A definição de *layout* ideal acontece quando se procura minimizar a distância percorrida com a movimentação de materiais, com a maior flexibilidade possível e os custos de armazenagem reduzidos (Moura, 1997).

Para Bowersox & Closs (2001), o *layout* do armazém deve seguir três princípios:

- Critério do Projeto – diz respeito às características da instalação física do armazém e ao fluxo dos produtos;
- Plano do armazém – é necessário considerar o volume, o peso e o acondicionamento dos produtos;
- Tecnologia de operação – está relacionada com a eficiência e a eficácia das operações no armazém.

## **2.6.2 Embalagem**

A embalagem é um fator determinante para a proteção do produto devido às sucessivas operações/movimentações que acontecem desde a linha de produção até chegar ao cliente final.

Para Banzato (2001), a embalagem deve facilitar as operações, uma vez que, nos sistemas logísticos, os produtos mudam de local diversas vezes. O projeto da embalagem deve ter em conta o custo, maximizar a produtividade e minimizar os danos durante movimentações.

Segundo Bowersox & Closs (1996), os produtos e as peças são agrupadas geralmente em caixas de cartão e sacos para uma maior eficiência de movimentação, as embalagens usadas para agrupar produtos são chamadas de embalagens secundárias. O peso, a dimensão e a fragilidade das embalagens secundárias utilizadas nas operações determinam as necessidades de operação e de transporte.

A proteção dos produtos, devido aos impactos que sofrem nas operações e no armazém, assim como a possibilidade de furtos, tornam a embalagem secundária um importante instrumento de “defesa”.

Por questões de qualidade, devem ser feitos testes com equipamentos próprios, ao produto e à embalagem, para medir a fragilidade do produto. Estes testes permitem determinar a dimensão ideal das caixas secundárias (Bowersox & Closs, 1996).

Segundo os mesmos autores, o ambiente logístico influencia a tomada de decisão relativa ao projeto de embalagem. Se uma organização não possuir domínio sobre o ambiente físico, maiores devem ser as precauções com as embalagens para evitar que o produto seja danificado. A danificação do produto e da embalagem pode dividir-se em quatro fatores:

- Vibração;
- Impacto;
- Perfuração causada por diversas causas;
- Compressão das embalagens.

Todas estas causas podem ser reduzidas usando instrumentos de proteção, como cintas para não deixar o material oscilar, calços para impedir que o material deslize, ou usando todo o espaço disponível dentro dos veículos transportadores (Bowersox & Closs, 1996).



Figura 5 – Airbag para preencher espaços vazios

### 2.6.3 Identificação de Material

Todas as empresas procuram identificar os seus produtos e embalagens, devido ao elevado número de diferentes referências. O objetivo de codificar os materiais é simplificar, normalizar e padronizar o stock da empresa.

Segundo Ballou (1993), antigamente as caixas eram gravadas, marcadas ou até coloridas para facilitar a sua identificação. Com a evolução da tecnologia, atualmente existem meios mais rápidos para fazê-lo. Para uma rápida identificação de um produto, quantidade ou fornecedor, surgiu o código de barras.

O código de barras é uma tecnologia de leitura de códigos por computador, colocada nas caixas, que atribuem um número exclusivo a cada produto ou fornecedor (Bowersox & Closs, 2001).

### 2.6.4 Métodos de Localização no Armazém

A localização dentro do armazém implica usar algumas ferramentas, normalmente uma codificação alfanumérica, representando assim as diferentes localizações. As localizações estão interligadas com o *layout* dos armazéns, e é com base neste que se determina o método de localização.

Segundo Franklin (2003), um exemplo clássico de localização, é dividir um armazém em filas, onde cada uma tem um número associado. Para uma melhor gestão visual e intuitiva, a numeração deve ser de número ímpar do lado esquerdo e par do lado direito, a numeração da altura da estante/rack, assim como a posição da paleta.

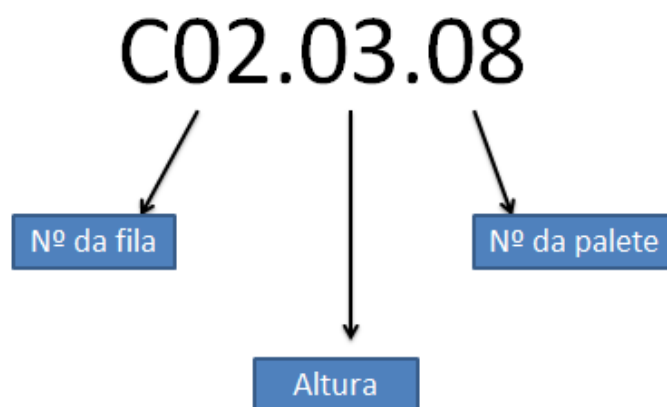


Figura 6 – Exemplo de localização no armazém

## **2.7 Enquadramento**

De forma a elaborar este projeto na Oliveira & Irmão, foi necessário ter conhecimento de todos os conceitos descritos ao longo deste capítulo, o Enquadramento Teórico, para suportar o projeto. Sem estes conhecimentos não teria sido possível alcançar os resultados desejados.

O ponto crucial foi sensibilizar os operadores para os benefícios do projeto final para ambas as partes interessadas: a empresa e, principalmente, para os próprios operadores, aumentando a sua qualidade de trabalho.

Desde o início, o projeto focou-se em eliminar os desperdícios usando a filosofia *Lean*, no aumento da capacidade do armazém de expedição e no ajuste do seu funcionamento adequado à realidade, pois este continha diversas falhas que não eram justificáveis numa empresa de excelência. Para isso, teve-se em consideração a reformulação do *layout* do armazém, a componente visual, a organização dos materiais para os diversos clientes e standardização das tarefas realizadas dentro do próprio armazém.

## Capítulo 3 – Caso de Estudo

### 3.1 Descrição da empresa

A Oliveira & Irmão foi fundada em 1954 como empresa de comercialização de artigos de fundição e de equipamento para o setor agrícola, nomeadamente artigos de rega. Apostando desde o início numa implantação que garantisse a cobertura do mercado nacional, a empresa alicerçou o seu crescimento no alargamento da gama de produtos comercializados, ganhando particular destaque a oferta de artigos sanitários para o setor da construção civil. No sentido de dar resposta às crescentes solicitações do mercado, num quadro de diversidade de produtos e de elevados padrões de qualidade, a empresa criou a sua primeira unidade industrial em 1981, acedendo a tecnologias que rapidamente lhe conferiram um nível de destaque no mercado nacional. Em 1987, depois de passar a sociedade anónima, a empresa encetou um processo de cisão das suas unidades comercial e industrial e, em termos industriais, especializou-se no fabrico de componentes de autoclismos, tornando-se numa unidade de referência, inclusive além-fronteiras.



Figura 7 – Mercados da Oliveira & Irmão, S.A.

Há muito que a empresa desenvolve parte significativa da sua atividade em mercados internacionais. Em pouco mais de dez anos, o crescimento foi sustentado e exponencial, de tal forma que levou, em 1993, à integração no Grupo Fondital, com sede em Itália que, com cerca de 2600 colaboradores e presente em quatro setores de atividade (aquecimento, alumínio, hidráulica e cromagem, e anti-fogo), faturou, em 2013, acima dos 807 milhões de euros.

A história da Oliveira & Irmão passa, atualmente, por 4 continentes. Desde a Europa à Oceania, passando por África e pela Ásia, o trabalho que desenvolve, todos os dias passa as fronteiras nacionais, levando o seu *know how* e produtos ao mundo.

Tornou-se uma empresa de dimensão europeia, colocando-se entre as maiores do setor em que opera, ocupando uma posição de avultado destaque no mercado europeu.

Detendo hoje cerca de 20.268 m<sup>2</sup> de área coberta e mais de 300 funcionários, é uma das unidades industriais mais modernas e dinâmicas, onde a garantia de qualidade é comprovada por vários organismos nacionais e internacionais, assim como pela crescente procura dos seus produtos (Oliveira & Irmão, SA, 2015).

### **3.2 Atividade industrial da empresa**

A empresa dedica-se ao fabrico de autoclismos e seus componentes, nomeadamente para a indústria cerâmica. Como peça nuclear no seu posicionamento competitivo a empresa recorre, no seu processo produtivo, a sofisticados meios tecnológicos, numa estratégia de permanente atualização face às evoluções técnicas que, a nível mundial, se vão verificando no setor.

A implementação de sistemas produtivos resultantes de apurados processos de investigação e desenvolvimento traduz-se em produtos com elevadas performances em termos de qualidade, custo e eficiência. Otimizando as condições de trabalho dos colaboradores e recorrendo a um sólido *know-how*, a empresa desenvolve a sua atividade em condições de permanente e integral respeito dos mais exigentes padrões normativos de qualidade.

No que respeita a investigação, a empresa orienta-se para o cliente, procurando oferecer-lhe maior escolha e personalização, através de uma equipa de técnicos que se dedica ao desenvolvimento de novos produtos e soluções inovadoras, tendo a satisfação total do cliente como objetivo principal. A qualidade do produto também é uma linha orientadora, sendo realizados testes rigorosos aos processos produtivos e ao produto final. Com esse objetivo sempre presente, a empresa implementou e

mantém um sistema de gestão da qualidade certificado segundo a norma ISO 9001:2000. Simultaneamente, uma panóplia de produtos produzidos pela empresa está certificada por vários organismos internacionais, como: LGA (Alemanha), CSTB (França), KIWA (Holanda), SIET (Itália), SAI GLOBAL (Austrália) e WRAS (Inglaterra). Na Oliveira & Irmão, dado a especificidade dos seus produtos e a sua relação com a água, existe uma especial preocupação pela preservação deste recurso escasso. Através da introdução da possibilidade de interrupção da descarga do autoclismo e do inovador sistema de dupla descarga, os autoclismos passaram a fazer um uso sustentado e racionalizado da água. O sistema de dupla descarga permite escolher o volume de água a descarregar, conforme as necessidades do utilizador. Tornou-se então possível poupar milhares de litros de água potável por ano, contribuindo assim para a preservação deste recurso tão essencial à vida e permitindo a redução dos custos associados ao seu consumo. Os mais recentes incrementos tecnológicos surgem na óptica de acrescentar valor a quem usa os produtos e à sociedade em geral, com vetores importantes como a necessidade em preservar os recursos hídricos, a qualidade nas instalações prediais, o conforto das habitações e o bem-estar das pessoas (Oliveira & Irmão, SA, 2015).

### 3.3 Organigrama da empresa

Dentro da empresa existe uma divisão interna, separando as diferentes Direções, que por sua vez está subdividida em várias divisões/secções, por uma questão de organização e melhor funcionamento.

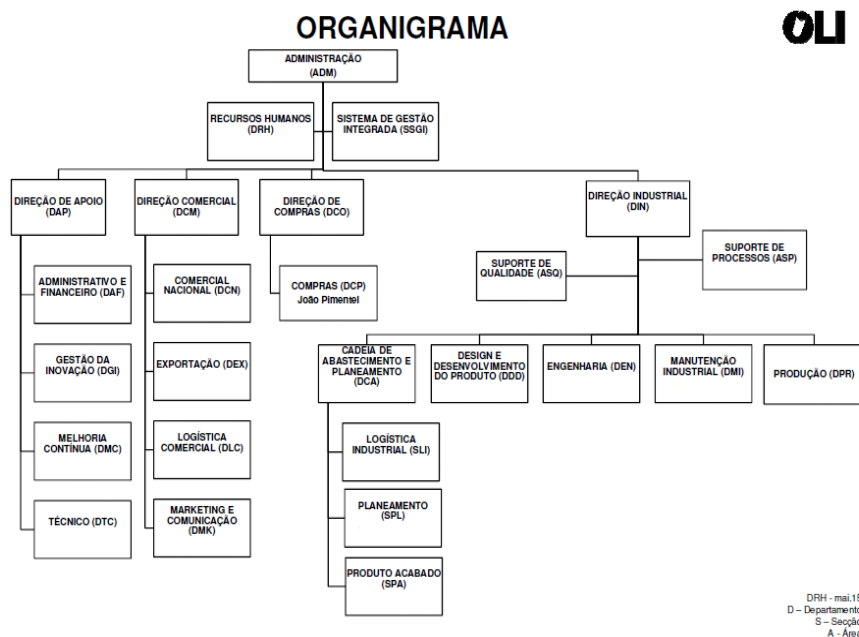


Figura 8 – Organigrama Oliveira & Irmão, SA.



Uma vez que o estágio foi realizado no Setor da Logística Industrial, é fundamental uma breve descrição de cada armazém:

- **Armazém de Adquiridos** - Existe diverso material que não é produzido dentro da Oliveira & Irmão, tais como: vedantes de borracha, caixas de cartão e peças de metal. Todos estes materiais são adquiridos através dos fornecedores e colocados num armazém próprio para o efeito.
- **Armazém de Injetados** - Onde são armazenados todos os componentes produzidos internamente através de máquinas de injeção e posteriormente abastecidos aos supermercados por empilhadores.
- **Supermercados** - Os supermercados servem para abastecer os comboios logísticos “*mizusumashi*”, que por sua vez os transportam para as linhas de produção, transformando vários componentes, em um só.
- **Armazém de Expedição** - depois de o produto estar embalado e devidamente identificado, é transportado para o armazém de expedição. Nesta fase, todo o material está pronto para entrega aos nossos clientes.

### **3.4 Caracterização da Situação Existente**

Devido à grande variedade de produtos e à dimensão do armazém de expedição, o primeiro passo foi analisar a situação existente no início do estágio. Para isso, procedeu-se ao levantamento de dados, não só do armazém, mas também das funções que cada operador desempenhava.

Esta informação foi vital, pois a partir dela é perceptível a situação atual do armazém, permitindo, posteriormente, estudar uma solução.

O levantamento de dados consistiu em obter:

- *Layout* do armazém de expedição;
- Tipologia de produtos que são expedidos;
- Levantamento das funções de cada operador;
- Local de armazenamento para cada cliente;
- Fluxo e trajeto dos materiais que saem das linhas de produção;
- Tempo de movimentação de material;
- Tempo de carga, por tipologia;
- Sequência de tarefas a realizar;
- Análise do histórico de cargas relativamente a 2014.

### 3.4.1 Armazém de Expedição

Nas figuras seguintes faz-se uma breve apresentação do armazém de expedição, onde foi feito este projeto. Este armazém está dividido em duas zonas por uma questão de simplificação (zona 1 e octogonal), não existindo nenhuma distinção entre elas, exceto o espaço físico.

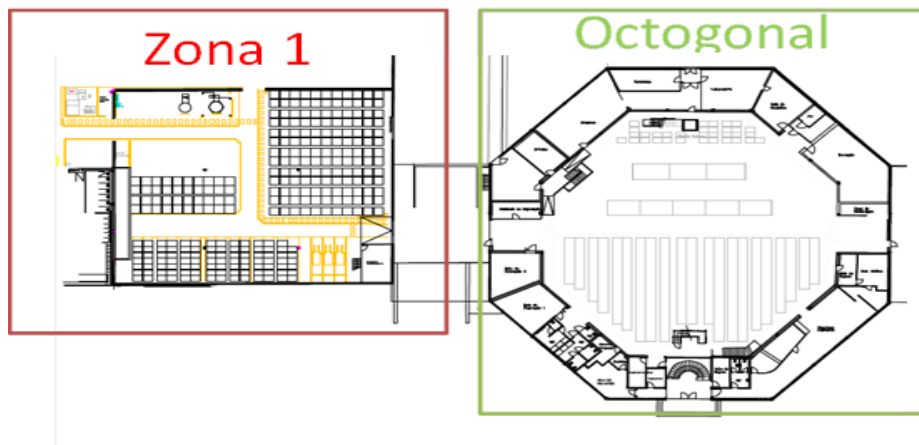


Figura 9 – Layout original do armazém de expedição

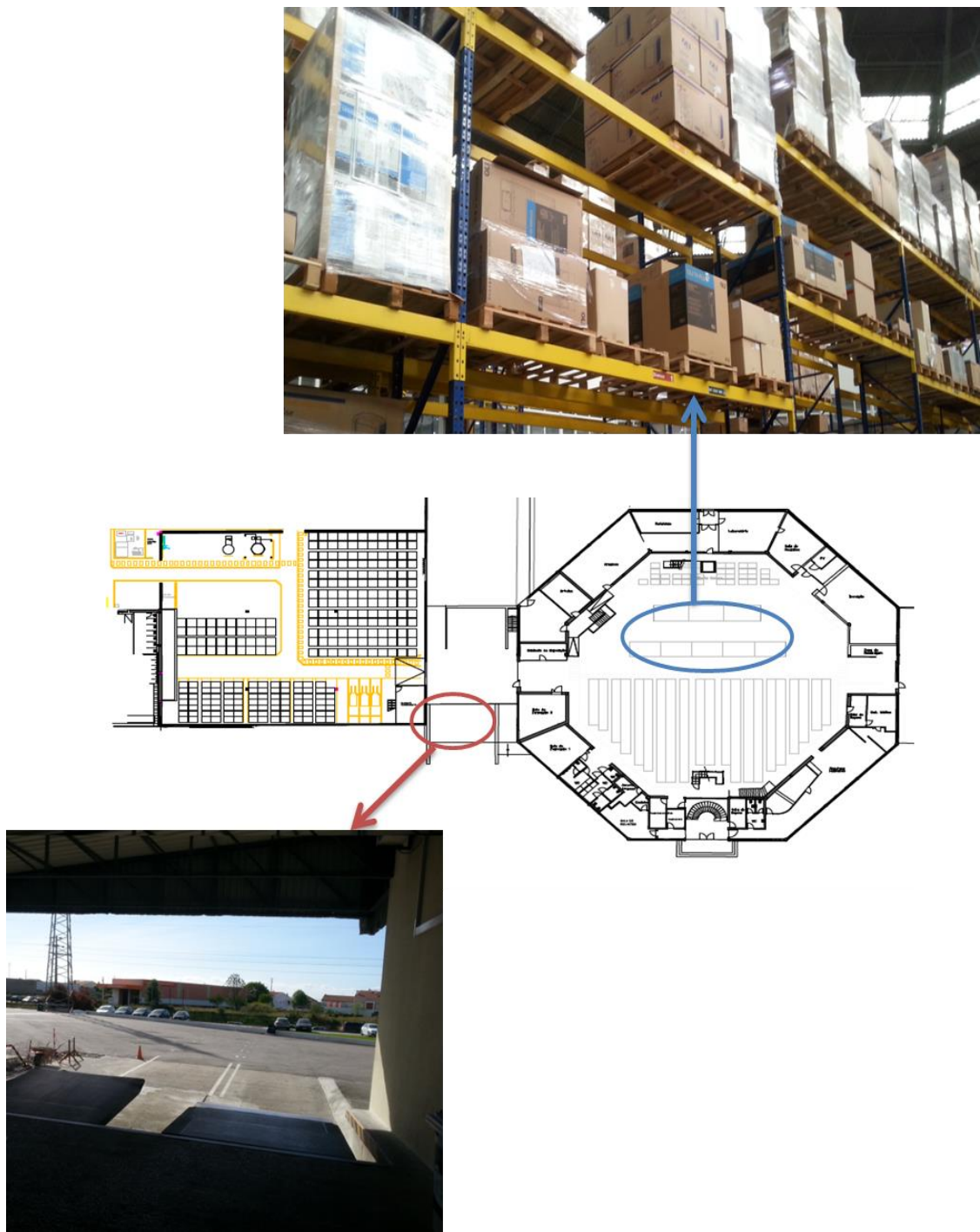


Figura 10– Cais de Expedição na imagem inferior, e as Estantes na superior

### **3.5 Objetivos a atingir**

O principal objetivo deste projeto consistia em balancear o número de cargas diárias. Poucas semanas após o início do estágio, tornou-se claro que o principal problema não era o número de cargas/dia, mas sim todos os processos anteriores que influenciavam o tempo de carga.

Para alcançar o objetivo principal, foi necessário realizar vários projetos complexos:

- Definição de novo *layout*;
- Dividir o armazém em três áreas – estantes para placas de comando, estantes para peças de substituição e produto final em palete;
- Eliminar desperdício de tempo na separação de material;
- Identificar o produto acabado com uma referência do cliente final;
- Definir localizações por nome de cliente;
- Definir número de cargas máximas por dia.

### **3.6 Metodologia adoptada**

Para uma melhor organização do trabalho, de forma a atingir o objetivo final, foram definidas todas as tarefas a realizar:

- ✓ Registrar todas as tarefas, desde a recolha do produto acabado, até à expedição do material para o cliente;
- ✓ Número de paletes que chega ao armazém em cada turno;
- ✓ Tempo de recolha de produto acabado da linha de produção, filmar a palete completa e posteriormente arrumar a palete embalada;
- ✓ Estudo do tempo de carga, por tipologia da mesma (contentor ou camião);
- ✓ Tempo de separação de cargas;
- ✓ Analisar o número de cargas em 2014;
- ✓ Através do AutoCad reformular o *layout* do armazém;
- ✓ Definição de localizações por cliente;
- ✓ Redefinição das tarefas dos operadores;
- ✓ Fazer simulação em Arena do tempo de carga com base nas localizações por cliente;
- ✓ Análise dos resultados.

### 3.6.1 Registrar todas as tarefas, desde a recolha do produto acabado, até à expedição do material para o cliente

A primeira análise feita no armazém de expedição foi recolher todos os passos que os operadores davam desde a recolha de produto acabado, até efetuar a carga para o cliente. A Oliveira & Irmão trabalha em três turnos, e no levantamento dos dados foi verificado que o 1º turno trabalhava de forma diferente do 2º e 3º turno.

As cargas para os clientes são feitas no 1º turno, sendo que o 2º e 3º turno apenas fazem a recolha do produto acabado das linhas de produção e arrumam no armazém, ficando amontoado para posteriormente o operador do 1º turno as embalar e voltar a arrumar. Nesta fase já se verifica o desperdício de tempo que se vai acumulando. Nas tabelas seguintes verificam-se as diferenças.

Tabela 1 – Tarefas a realizar pelos operadores do armazém do 1º turno e sua precedência

Nomenclatura	Tarefa	Descrição da tarefa	Precedência
A	Recolha de material	O operador vai à linha de produção recolher a paleta de produto acabado	-
B	Embalar	É feita a embalagem de material que trouxe da linha e do material que o 2º e 3º turno deixaram arrumado.	A
C	Arrumar	Depois da paleta embalada, coloca a paleta em um espaço livre.	B
D	Separar	Através do <i>Packing List</i> , o operador procura o material e agrega as paletes para facilitar a sua localização.	C
E	Carregar	Operador recolhe o material e carrega o camião.	D

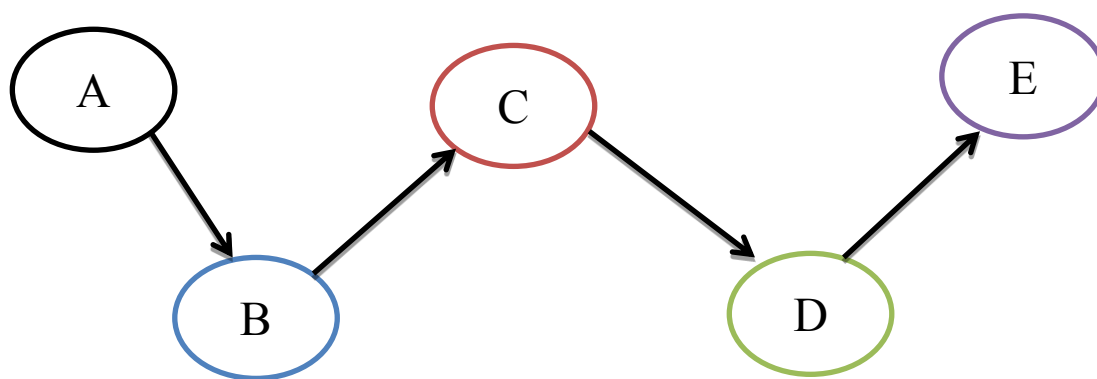


Figura 11 - Diagrama de precedências do 1º turno

Como referido anteriormente, o 2º e 3º turno apenas recolhem o produto acabado das linhas de produção e colocam no armazém de expedição. Existe falta de mão-de-obra e estes operadores também recolhem o material das máquinas de injeção, para posteriormente arrumarem no armazém de produto intermédio, justificando assim a falta de tempo para embalar o produto acabado.

Tabela 2- Tarefas a realizar pelos operadores do armazém do 2º/3º turno

Nomenclatura	Tarefa	Descrição da tarefa	Precedência
A	Recolha de material	O operador vai à linha de produção recolher a paleta de produto acabado	-
B	Arrumar	Coloca a paleta em um espaço livre.	A



Figura 12 - Diagrama de precedências do 2º/3º turno

### 3.6.2 Número de paletes que chega ao armazém em cada turno

A segunda etapa deste projeto foi contabilizar o número de paletes que entram no armazém de expedição, de modo a analisar o fluxo de trabalho em cada turno. Este estudo realizou-se com base do número de paletes de produto acabado, verificando-se que o 1º e o 2º turno são aqueles que têm maior fluxo de trabalho, principalmente o 1º turno.

O principal objetivo deste método foi ter conhecimento do fluxo de trabalho em cada turno, para posteriormente estudar a melhor solução possível tendo em conta o ritmo de trabalho.

Tabela 3– Paletes que entram no armazém de expedição

Dia	1º turno	2º turno	3º turno
Média	54,10	51	26,50
Desvio Padrão	7,78	8,88	2,07

### 3.6.3 Tempo de recolha de produto acabado da linha de produção, filmar a paleta completa e posteriormente arrumar a paleta embalada

Sendo a recolha de tempos crucial para a construção do modelo de simulação, foram recolhidos os dados através da observação direta das operações. Todos esses dados são devidamente identificados na tabela seguinte.

Tabela 4– Recolha de tempos

	Tempo (min)		
	Recolha de material	Filmagem da paleta	Arrumação da paleta embalada
Média	1,28	1,79	1,31
Desvio Padrão	0,45	0,32	0,48

### 3.6.4 Tempo de separação de cargas

O principal problema dentro do armazém de expedição é a falta de normalização para agregar o produto acabado em função do cliente, ou seja, os operadores vão arrumando as paletes onde existe espaço. Esta atividade causa diversos problemas quando é necessário preparar as cargas:

- Desperdício de tempo à procura de todo o material;
- Atrasos na carga porque não encontram os produtos;
- Tempo necessário para agregar todo o material.

Estes problemas têm origem na linha de produção porque o material não vem identificado com o nome do cliente final, impossibilitando aos operadores separar as paletes de produto acabado por cliente quando a trazem das linhas de produção. Daí surge a necessidade de, posteriormente, andar à procura do material para cada cliente e agregar as paletes para o operador das cargas demorar o menor tempo possível a expedir as paletes.

Por questões de análise de tempos de separação, foi feita uma distinção entre os diversos tipos de carga:

- Apenas cargas com EuroPaleta (EPAL) de dimensão padrão 1200 x 800 x 144mm;
- C20: Contentores de 20 pés (5919 x 2340 x 2380mm) – Capacidade de 11 EPAL;
- C40: Contentor de 40 pés (12051 x 2340 x 2380mm) – Capacidade de 25 EPAL;
- Camião de lona (13600 x 2450 x 2500mm) – Capacidade de 33 EPAL.

Tabela 5– Tempo de separação de 11 EPAL

Carga	Tempo (min)
Média	26,2
Desvio Padrão	9,81
Tempo mínimo	16
Tempo máximo	39

Tabela 6– Tempo de separação de 25 EPAL

Carga	Tempo (min)
Média	42
Desvio Padrão	12,79
Tempo mínimo	29
Tempo máximo	62

Tabela 7– Tempo de separação de 33 EPAL

Carga	Tempo (min)
Média	59
Desvio Padrão	16,02
Tempo mínimo	36
Tempo máximo	81



Após analisar as situações anteriores, é possível verificar que existe muito tempo perdido na separação de cargas que pode ser eliminado se o produto acabado for identificado com o nome do cliente nas linhas de produção.

### 3.6.5 Estudo do tempo de carga, por tipologia da mesma (contentor ou camião)

Após analisar a quantidade de paletes que entram no armazém de expedição e de analisar o tempo de separação das mesmas, foi feita a análise de tempos de carga dos diferentes tipos de contentor e do camião de lona.

Como referido anteriormente, apenas foi tido em conta para o estudo o uso de EPAL, para não implicar discrepâncias entre os vários passos do projeto.

Tabela 8– Tempo de carga, por tipologia

	C/20 (min)	C/40 (min)	Camião de lona
Média	23,7 min	49,7 min	74,7 min
Desvio Padrão	5,2 min	7,3 min	15,79 min

### 3.6.6 Analisar o número de cargas em 2014

Durante o projeto foi necessário avaliar os dias com maior fluxo de trabalho, ou seja, a maior quantidade de cargas expedidas. Através de uma análise feita ao longo de 2014, resultaram os seguintes dados:

Tabela 9– Análise de cargas

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Nº Cargas anuais	253	288	385	356	511
Valor máximo de cargas	10	11	16	13	20
Número de dias	43	45	47	46	44
Média	5,9	6,4	8,2	7,7	11,6
Desvio Padrão	3,04	3,06	3,18	3,17	4,72

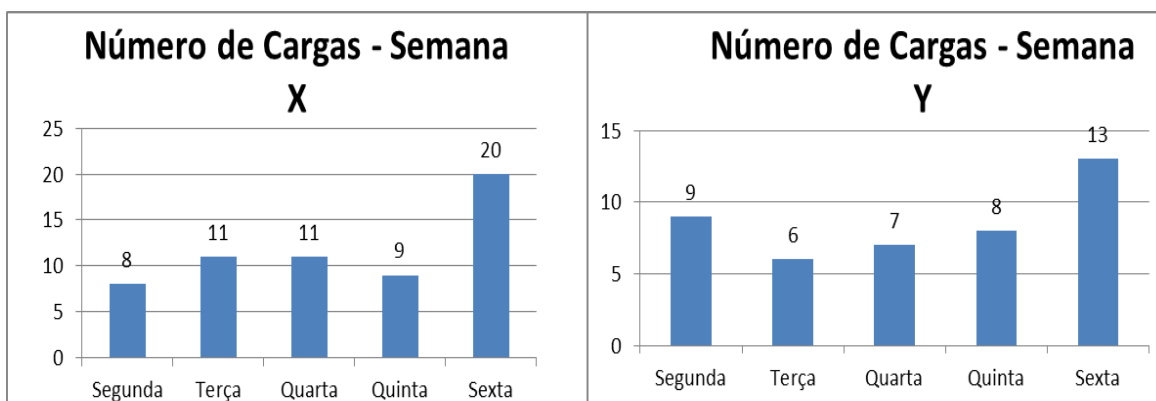


Figura 13 – Falta de nivelamento de cargas

Como demonstra a tabela, não existe um nivelamento adequado das cargas semanais, pois o fluxo de trabalho difere em cada dia da semana. De forma detalhada, a segunda-feira tem uma média de 6 cargas, enquanto a sexta-feira tem 12 cargas, provocando um ritmo de trabalho diferente e causando, diversas vezes, a necessidade de horas extras por parte dos operários, por forma a cumprirem o número de cargas estipuladas.

### 3.6.7 Através do AutoCad reformular o *layout* do armazém

Depois de observar todas as variáveis que condicionam o funcionamento do armazém de expedição, sendo uma delas o fraco aproveitamento do espaço físico resultando numa menor espaço disponível para armazenar o produto acabado, foi necessário reformular o *layout*.

Na figura seguinte é representado o *layout* original do armazém de expedição, e na figura X é apresentada o novo *layout*. Esta reformulação foi dividida em vários passos para uma melhor compreensão das melhorias implementadas.

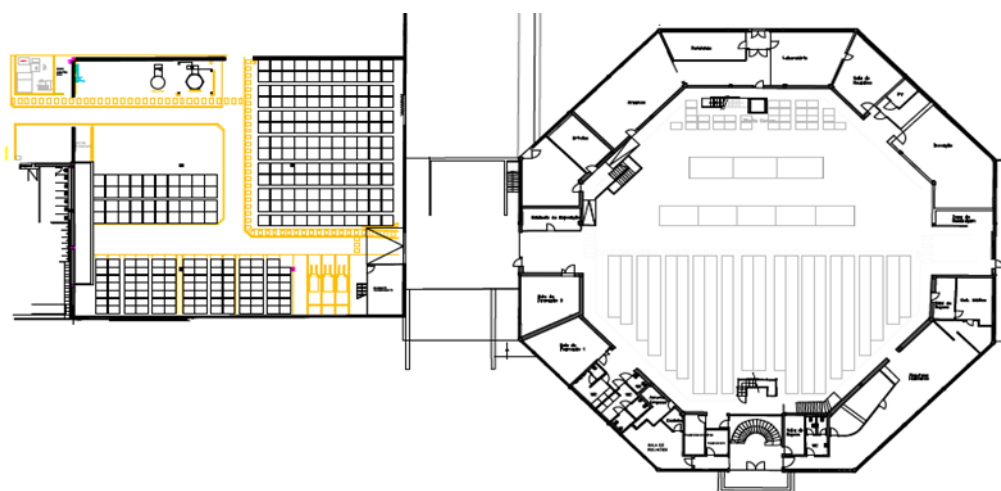


Figura 14 – Layout original

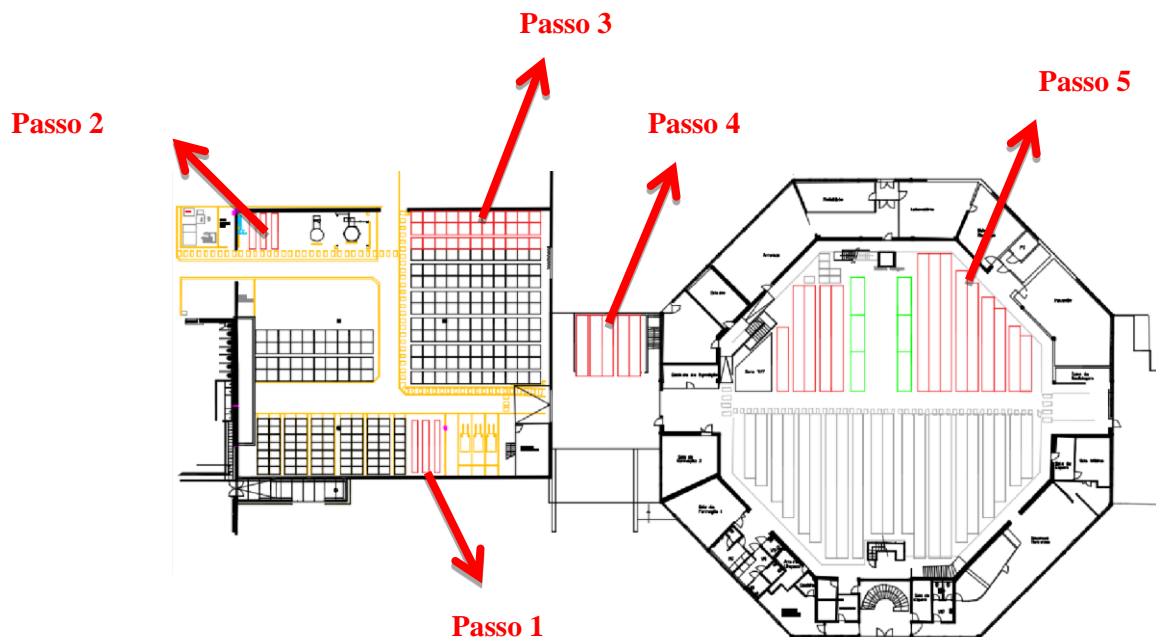


Figura 15– Novo layout

### Passo 1 – Criação de estante para placas de comando

Na primeira fase desta reestruturação foi necessário criar uma estante para colocar as placas de comando. Estas estavam agregadas num local mas não havia o cuidado de as separar, resultando na perda de tempo para encontrar determinado artigo e diversos equívocos em material enviado para o cliente final.

Outro problema detetado foi a falta de espaço. Quando a estante estava cheia eram colocadas num espaço não destinado para o efeito e acabavam por se danificar.

Através da aplicação dos 5S, foi construída uma estante, dividida por terminação de código de barras, tornando a recolha de artigos rápida e eficaz.



Figura 16 – Zona das placas de comando

## Passo 2 - Criação de estantes para peças de substituição

Tal como aconteceu no passo 1, também foi necessário aplicar os 5S para o material de substituição. As peças de substituição são pedidas pelo cliente por diversas razões: avaria, componentes com problemas de qualidade ou apenas para guardar em caso de necessidade.

Nesta zona, o material estava disperso ou empilhado, dificultando a sua identificação e recolha. Foi necessário construir três estantes divididas por terminação do código de barras.



Figura 17 – Construção de estantes para componentes de substituição

### Passo 3 – Divisão de filas

Para este passo, foi tido em conta apenas um cliente específico, que não compra o autoclismo final, mas apenas o mecanismo. Esse mecanismo é composto por uma torneira, uma válvula e material diverso (vedantes, parafusos, porcas, etc).

Como todo este material é feito em linhas de produção diferentes, cada palete leva apenas um tipo de artigo, e, posteriormente, um operador do armazém de expedição desmembra as paletes e cria paletes com os três tipos de componentes.

Ex: Uma paleta leva cinco caixas de torneiras, quatro de válvulas e cinco de material diverso, dependendo da quantidade a comprar pelo cliente.

A questão é que os operadores espalhavam as diversas paletes no armazém, e a construção das paletes com os vários componentes ficava dificultada, atrasando muitas vezes a entrega ao cliente.

Através da divisão de três filas, cada uma representando um tipo de componente, e a construção de uma zona usada exclusivamente para a criação das paletes finais, facilitou as operações e reduziu o tempo da procura dos diversos componentes.

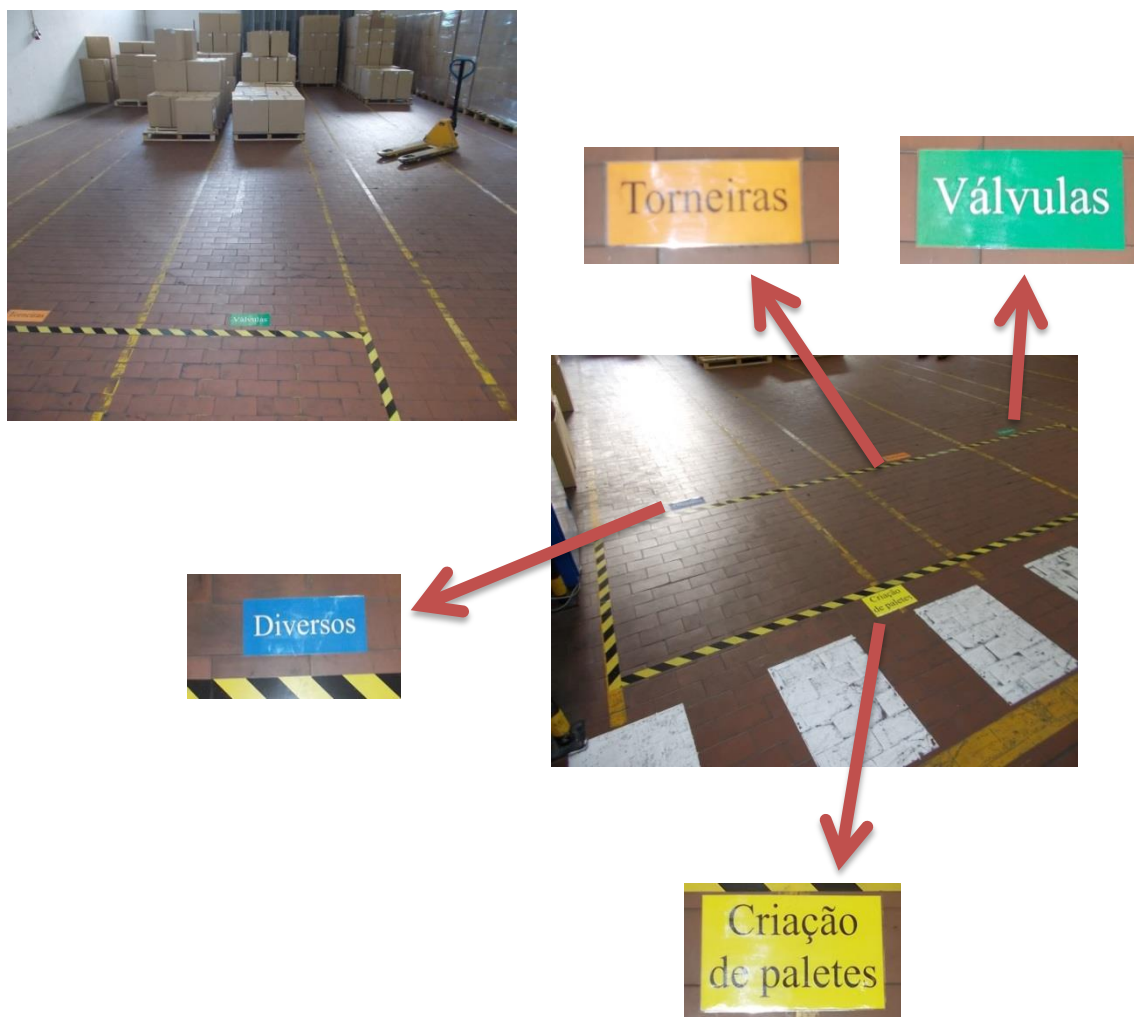


Figura 18 – Criação de paletes para um cliente específico

#### **Passo 4 – Preparação da carga para armazém da zona industrial da Oliveira & Irmão**

Todos os dias são enviados produtos da unidade industrial para a unidade comercial (denominada AZIA), tomando especial relevância a aproximação dos produtos prontos a enviar para uma zona adjacente ao cais de expedição, reduzindo o tempo desperdiçado em movimentações. A tarefa que era realizada entre 30 a 40 minutos, passou a ser realizada em 20 minutos.



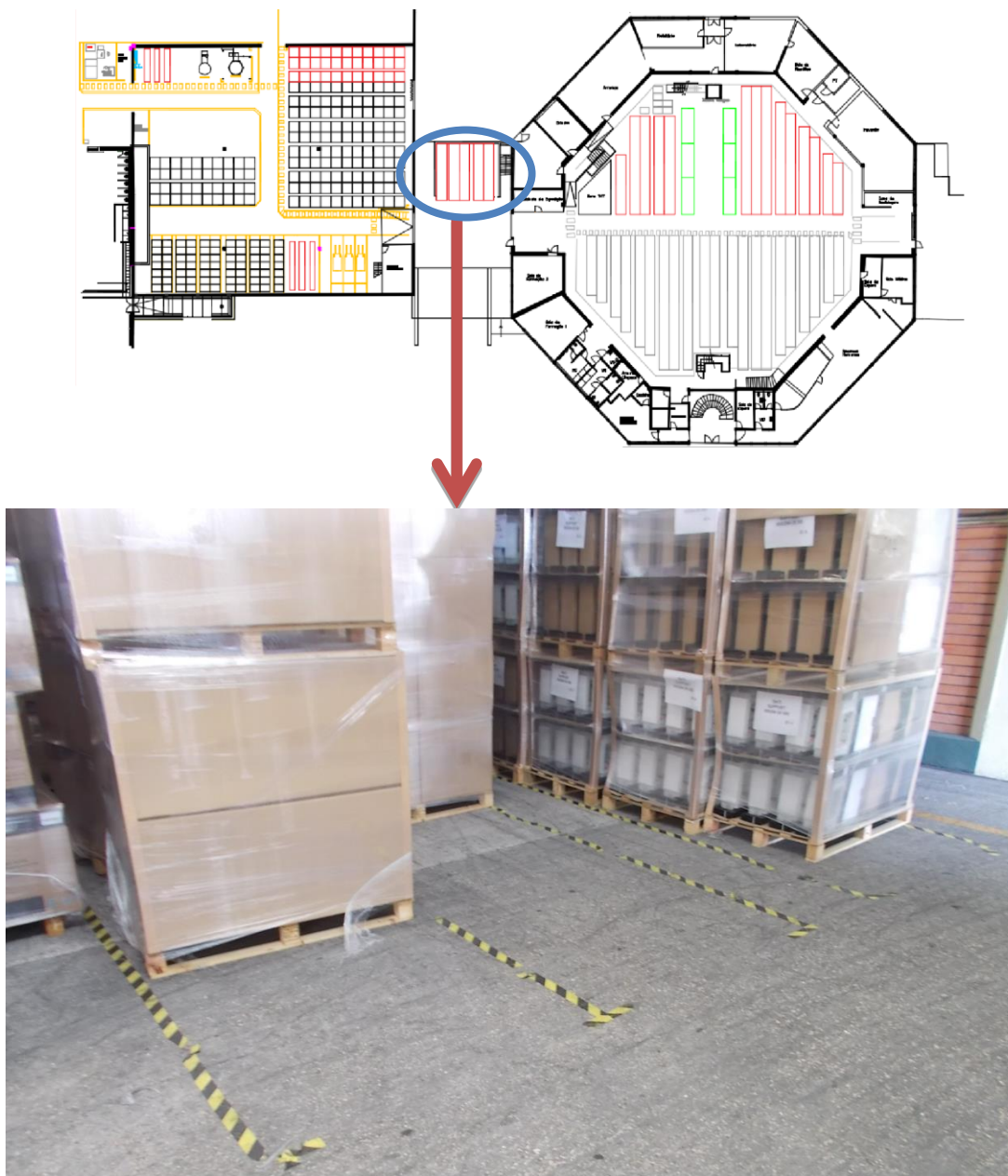


Figura 19 – Zona específica para unidade industrial

### **Passo 5 – Reformular layout no armazém octogonal**

Todas as etapas anteriores tinham como principal objetivo a modificação do armazém octogonal. O espaço não era devidamente aproveitado, uma vez que existiam estantes para armazenar o produto na parte superior do armazém, como mostra na Figura 19 à esquerda.

Tornou-se evidente que se conseguia tirar o máximo proveito do armazém eliminando as estantes e construindo filas para armazenar o produto no “chão” e não em altura.

O principal problema foi a existência de um monta-cargas, obrigando um espaço entre as filas. Por outro lado, havia a oportunidade de aproveitar parte da estrutura das estantes antigas, rodando-as 90° e assim criando uma estante em lados opostos ao corredor, representadas a verde. Estas estantes servem exclusivamente para material obsoleto, à esquerda, e à direita o material que terá de ser retrabalhado devido a problemas de qualidade.

Esta modificação foi feita em AutoCad à escala real, deixando 50cm a cada duas filas para melhor acesso ao material, salvo uma exceção por falta de espaço.

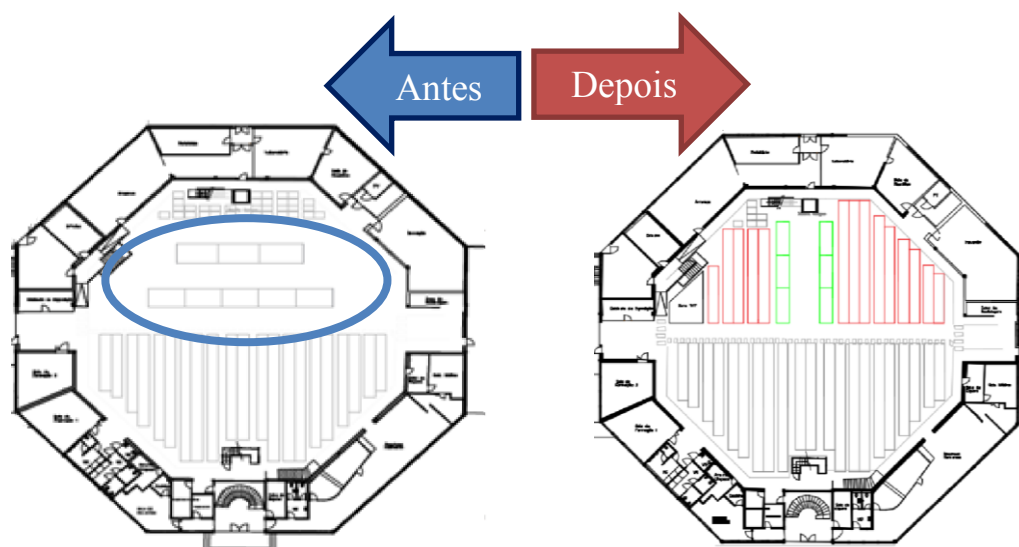


Figura 20 – Modificação do layout

Tabela 10– Capacidade do armazém

Antes		Depois	
Nº de andares	- 3 andares em sete estantes - 2 andares em uma estante	Nº de andares nas estantes	3 andares em seis estantes
Nº de estantes	8	Nº de filas	14
Capacidade	92 paletes	Capacidade	246 paletes



### 3.6.8 Definição de localizações por cliente

Toda a reformulação do armazém tinha um objetivo principal: organizar as filas do armazém de expedição por cliente.

Através da identificação das paletes com o nome do cliente na linha de produção, depois de transportada para o armazém, era colocada numa zona específica para esse cliente.

O método consiste em usar um quadro com o *layout* do armazém, identificando cada fila com o nome do cliente, sendo esta informação atualizada todos os dias e acessível a todos os turnos. Este método tem pontos fortes e fracos, explicados de seguida.

#### Pontos fortes

- Produto acabado para o mesmo cliente fica agregado;
- Eliminação da separação de paletes;
- Operador que faz a separação do material pode realizar outra tarefa;
- Eliminação do tempo perdido à procura de artigos;
- Poupança energética do empilhador que realizava a tarefa da separação;
- Todos conseguem identificar onde está o material e cada cliente.

#### Pontos fracos

- Necessária a colaboração de todos os trabalhadores e em todos os turnos;
- Obrigatório atualizar todos os dias a informação;
- Não enviar a quantidade pedida pelo cliente, caso o operador que realiza a carga não verifique o *packing list* para confirmar todo o material.

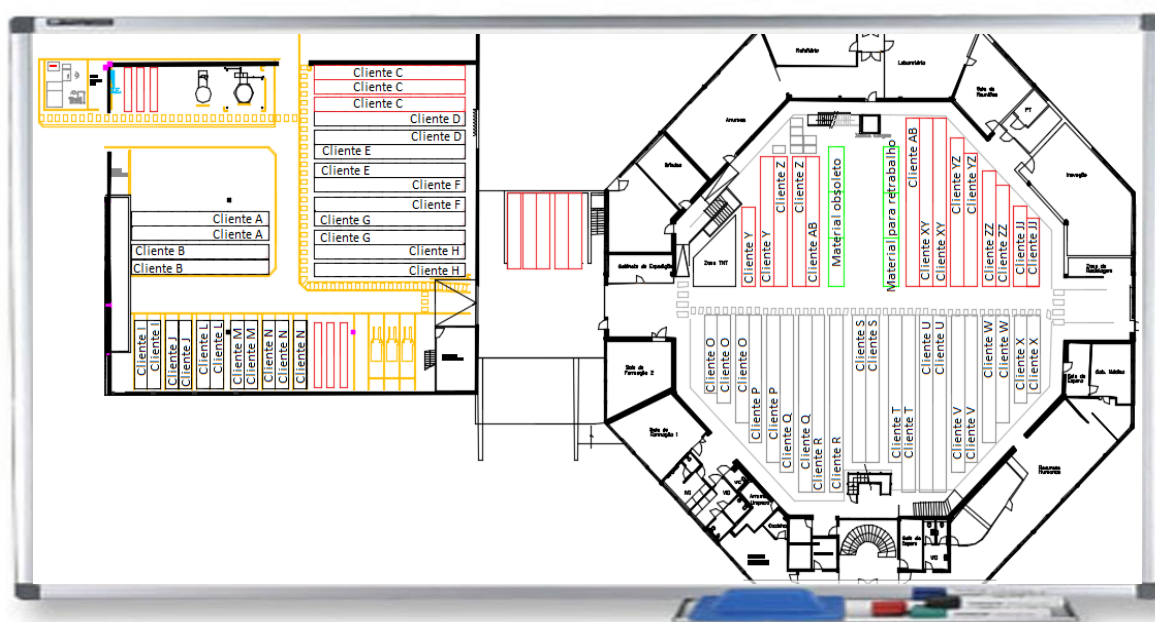


Figura 21 – Exemplo de um quadro para identificar os clientes em cada localização

### 3.6.9 Redefinição das tarefas dos operadores

Depois de reformular todo o *layout* do armazém e eliminar os desperdícios, tornou-se claro que o operador que fazia a separação de material (uma vez que eles arrumavam as paletes onde existia espaço em qualquer parte do armazém, não faziam a divisão por cliente e, posteriormente, era necessário separar o material) ficaria sem atividade. A direção fabril sempre fez questão de salientar que três operadores era excessivo para trabalhar no armazém de expedição durante o 1º turno. Com esta alteração, esse operador passaria a exercer outra função na logística, solução para a falta de mão-de-obra que se faz sentir noutros setores da fábrica.

Nas tabelas seguintes foi feita a redefinição das operações, de acordo com cada turno.

Tabela 11– Tarefas a realizar pelos operadores do armazém do 1º turno e sua precedência

Nomenclatura	Tarefa	Descrição da tarefa	Precedência
A	Recolha de material	O operador vai à linha de produção recolher a paleta de produto acabado	-
B	Embalar	É feita a embalagem de material que trouxe da linha.	A
C	Arrumar	Depois da paleta embalada, agrega as paletes de acordo com o nome do cliente.	B
D	Carregar	Operador recolhe o material e carrega o caminhão.	C

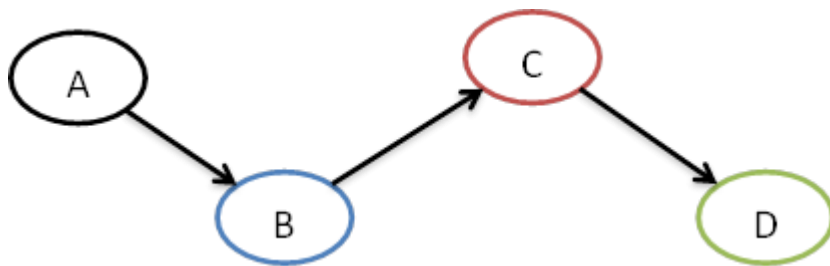


Figura 22 – Novo diagrama de precedências no 1º turno

Tabela 12– Redefinição das tarefas do 2º/3º turno

Nomenclatura	Tarefa	Descrição da tarefa	Precedência
A	Recolha de material	O operador vai à linha de produção recolher a paleta de produto acabado	-
B	Embalar	É feita a embalagem de material que trouxe da linha.	A
C	Arrumar	Depois da paleta embalada, agrega as paletes de acordo com o nome do cliente.	B

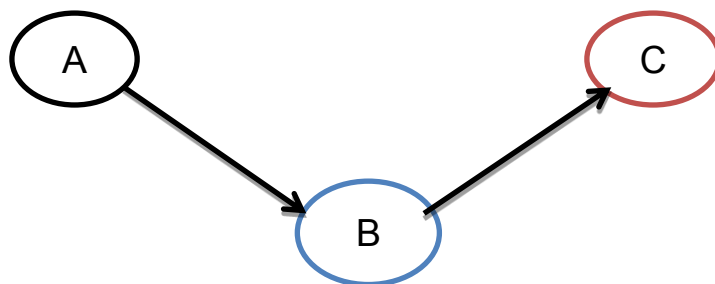


Figura 23 – Novo diagrama de precedências do 2º e 3º turno

Aplicando esta metodologia, é conseguida uma padronização das atividades em todos os turnos, exceto a carga de material para o cliente final, uma vez que só se carrega camiões no 1º turno.

Por uma questão de segurança, uma vez que o cais de expedição não tinha qualquer portão, as entradas dos armazéns eram fechadas às 18h, impedindo a passagem do 2º e 3º turno do armazém da zona 1 para o armazém octogonal, indicado na Figura 24. Para resolver esta situação, foi necessário tapar o cais de expedição, tornando o livre acesso do 2º e 3º turno circular sem qualquer restrição. Na Figura 25 já se pode verificar o início das obras.

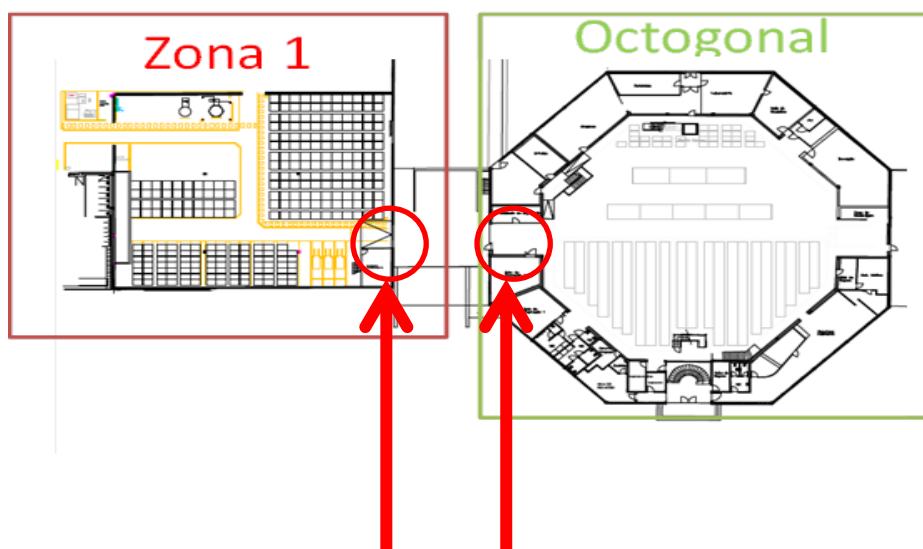


Figura 24 – Indicação dos portões de segurança



Figura 25 – Início das obras para tapar o cais de expedição

#### **3.6.10 Fazer simulação em Arena do tempo de carga com base nas localizações por cliente**

Com a implementação das melhorias atrás descritas, nomeadamente arrumar o produto acabado numa zona específica de acordo com o nome do cliente, fez-se um modelo de simulação para verificar a viabilidade do projeto.

O modelo foi criado no software Arena, representando todo o fluxo desde a recolha do produto acabado até à expedição do material.

Uma vez que são estudados três tipos de carga (Contentores de 20 pés, 40 pés e camião de lona), foi pertinente construir um modelo de simulação para cada caso dado os diferentes tempos de operação e número de paletes movimentadas.

Para a construção dos modelos, foram tidos em conta todos os tempos de operação retirados individualmente, todos os parâmetros importantes e, através do *Input Analyzer*, foram introduzidos nos processos, tornando o modelo fiável e aproximando-o o mais possível do sistema real.

De salientar que, para a construção de cada modelo, foi considerado apenas o tempo de operação, omitindo os dias que as paletes estão paradas à espera de serem carregadas, não influenciando este estudo.

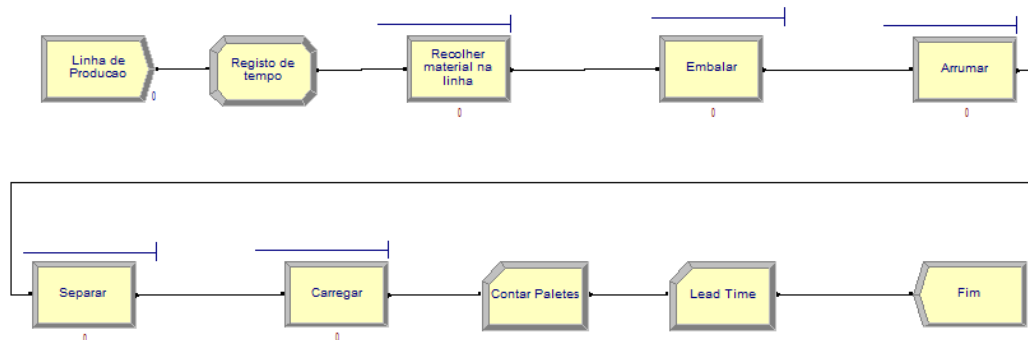


Figura 26– Modelo de Simulação

Posteriormente à construção do modelo, foi feita a análise dos resultados. Na tabela 13 os resultados refletem o caso real antes de implementadas as melhorias, e na tabela 14 após a eliminação do tempo de separação de material.

Tabela 13– Simulação do caso real

Tipo de carga	Tempo médio ± Desvio Padrão	Tempo Mínimo	Tempo Máximo
Contentor 20 pés	98,63 ± 6,10	83,02	111,14
Contentor 40 pés	202,17 ± 13,16	172,35	220,22
Camião de lona	287,19 ± 23,41	237,05	334,23

Tabela 14– Simulação após melhorias

Tipo de carga	Tempo médio ± Desvio Padrão	Tempo Mínimo	Tempo Máximo
Contentor 20 pés	74,95 ± 4,22	65,48	84,26
Contentor 40 pés	157,58 ± 10,16	133,43	181,36
Camião de lona	234,16 ± 18,88	195,04	269,94

### **3.6.11 Análise e discussão dos resultados**

Após o levantamento de todos os dados, foi perceptível a existência de diversas lacunas no funcionamento do armazém de expedição. Através do estudo das melhores soluções, sempre como ponto de referência a opinião dos operadores previamente à implementação das mesmas, traduziram-se em melhorias significativas para o funcionamento do local de trabalho.

O principal objetivo sempre foi conseguir tirar o máximo proveito do espaço e diminuir o desperdício sem a necessidade de fazer grandes investimentos.

#### **Criação de estantes para placas de comando e peças de substituição**

Através da criação das estantes para colocar o material por terminação do código de barras, foi possível aos operadores obterem, de forma rápida e eficaz, o material necessário. Com a ajuda dos 5S, foi possível converter uma atividade considerada difícil, devido ao elevado desperdício de tempo à procura do material, numa atividade que hoje em dia é feita em segundos.

#### **Separação de material para cliente específico**

Mais uma vez, através dos 5S, foi possível normalizar uma tarefa através da agregação de componentes iguais para posteriormente construir uma única paleta.

Esta atividade reduziu drasticamente o tempo de operação e o cliente passou a ter o produto a tempo e horas no seu estabelecimento sem qualquer atraso causado pela falta de componentes perdidos no armazém.

#### **Agregar produtos para enviar à unidade comercial**

A falta de sensibilidade por parte dos operadores fazia com que as cargas que são feitas diariamente para o mesmo destino, estivessem afastadas do cais de expedição. Aproximando as paletes, que são carregadas todas as manhãs para o mesmo destino do cais de expedição, diminuiu de 30/40 minutos para 20 minutos o tempo de carga.

## Reformular *layout* do octogonal

Um dos principais objetivos deste projeto era aumentar a capacidade do armazém octogonal. A disposição das estantes não permitia aproveitar todo o espaço útil do armazém, sendo assim o objetivo aumentar em cerca de 30% o espaço útil.

Através da alteração em AutoCad®, foi possível aumentar a capacidade de 92 para 246 paletes. Com esta alteração, o espaço útil aumenta em 167,4%, muito acima do objetivo estabelecido.

**Tabela 15– Capacidade do armazém antes e depois do novo layout**

Antes		Depois	
Nº de andares	- 3 andares em sete estantes  - 2 andares em uma estante	Nº de andares nas estantes	3 andares em seis estantes
Nº de estantes	8	Nº de filas	14
Capacidade	92 paletes	Capacidade	246 paletes

## Definir localizações por nome de cliente

Toda a reformulação do *layout* tinha em vista aumentar a capacidade do armazém para definir as localizações de filas por nome de cliente.

O objetivo, após embalar as paletes, é arrumar a paleta no seu devido lugar junto com o material para o mesmo cliente. Esta informação é transmitida entre turnos através de um quadro que contém o *layout* do armazém, assim como o nome dos clientes em cada fila, atualizando-o sempre que seja necessário.

Com este novo método é possível eliminar a separação de paletes antes de efetuar a carga, uma vez que esta já se encontra toda agregada num sítio específico de acordo com o nome do cliente. Esta operação leva à padronização das atividades em todos os turnos.



## Simulação de resultados

Através da construção do modelo de simulação, chegou-se à conclusão que o tempo de separação de material tem um forte impacto no tempo de movimentação de material, desperdício que pode ser eliminado através da ação anteriormente referida.

Tabela 16– Simulação do caso real

Tipo de carga	Tempo médio $\pm$ Desvio Padrão	Tempo Mínimo	Tempo Máximo
Contentor 20 pés	98,63 $\pm$ 6,10	83,02	111,14
Contentor 40 pés	197,62 $\pm$ 13,44	168,28	217,20
Camião de lona	287,19 $\pm$ 23,41	237,05	334,23

Tabela 17– Simulação após melhorias

Tipo de carga	Tempo médio $\pm$ Desvio Padrão	Tempo Mínimo	Tempo Máximo
Contentor 20 pés	74,95 $\pm$ 4,22	65,48	84,26
Contentor 40 pés	157,66 $\pm$ 10,19	133,44	176,90
Camião de lona	234,16 $\pm$ 18,88	195,04	269,94

A diferença mais significativa, como se pode analisar pelas tabelas acima indicadas, é na carga de material para o camião de lona. Após a eliminação da operação “separar material” o *LeadTime* desde a linha de produção até à expedição de material diminui 53,03 minutos a cada 33 paletes (capacidade do camião).

## Poupança

Após simular os resultados obtidos com a eliminação da separação de material, foi feito um estudo sobre a poupança ao fim de 1 ano.

Através do número de cargas expedidas em 2014, analisadas individualmente, foi possível obter um valor de poupança de 6660,2€ ao fim de um ano, como se pode verificar na tabela 18.

Tabela 18– Poupança anual

	Tempo Mínimo	Tempo Máximo	Cargas 2014	€/min	Poupança
C20	98,63	74,95	100	0,125	296€
C40	197,62	157,66	166	0,125	829,2€
Camião Lona	287,19	234,16	835	0,125	5535€
				<b>Total</b>	<b>6660,2€</b>

Devido ao valor de poupança, assim como o aumento de capacidade, verificou-se que este projeto era rentável e o início da sua implementação ocorreu quase de imediato.

## **Capítulo 4 – Conclusões e Desenvolvimento futuro**

Vivemos, atualmente, uma tremenda rivalidade entre concorrentes industriais, tentando alcançar o patamar da excelência e inovação. O sucesso é alcançado quando se consegue satisfazer da melhor forma os clientes. Para tal é necessário melhorar os métodos de trabalho, os equipamentos e, mais importante, o capital humano.

Durante o estágio curricular, surgiu a oportunidade de transformar o armazém de expedição, que necessitava de uma intervenção devido às suas inúmeras fraquezas: baixa capacidade, elevado desperdício e realização de tarefas que não aumentavam o valor ao produto.

Posteriormente a um estudo e análise de tempos no armazém, foi possível determinar a origem dessas fraquezas e proceder à implementação de um plano de melhorias. Uma vez que se fazia sentir uma grande resistência à mudança por parte dos colaboradores, foi necessário realizar melhorias passo a passo, ganhando pouco a pouco a sua confiança, tornando evidente que era possível ir mais longe e alcançar o objetivo proposto.

Através de ferramentas de engenharia, mais propriamente AutoCad e o programa de simulação Arena, foi possível encontrar as melhores soluções para o objetivo final e demonstrar que o meu papel, embora temporário, compreendia ações que renovariam o armazém num futuro próximo.

Um dos objetivos era aumentar a capacidade de uma parte do armazém em 30%. Contudo, foi conseguido um aumento de 167,4% da capacidade, e a poupança das melhorias propostas podem ultrapassar os 6660,2€ em apenas 1 ano, ultrapassando as metas impostas e também as expectativas.

Uma vez que o estágio tinha a duração de 8 meses, apenas foi possível acompanhar 80% do projeto, o restante projeto continua em progressão até à sua conclusão.

Para complementar este projeto no futuro, aumentando ainda mais a eficácia da localização das paletes no armazém, poderia ser equacionada a utilização de pistolas de transferência e localização, diminuindo ainda mais o tempo de procura das paletes.

## Bibliografia

- Almeia, A. T. & SOUZA, F. M. C. (2000). Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações.
- Ballou, Ronald H. (1993). Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais e Distribuição Física.
- Ballou, R. L. (2004). Business Logistics / Supply Chain Management.
- Banzato, J. M. (2001). A Integração das Embalagens dentro do Sistema Logístico.
- Barros, M.C. (2005). WareHouse Management System (WMS): Conceitos Teóricos e Implementação em um centro de Distribuição.
- Bowersox,Donald J. & CLOSS,David J. (1996). Logistical Management:The Integrated supply chain process.
- Bowersox, Donald J. & CLOSS, David J. (2001). Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento.
- Carvalho, J. C. (2010). Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento.
- Citeve (2012). Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no Setor Têxtil e Vestuário.
- Courtois A., Pillet M. e Martin C., 1997, Gestão da Produção, Lidel – Edições Técnicas, Lda.
- Dias, Marco Aurélio P. (1996). Administração de Materiais: Uma Abordagem Logística.
- Moura, Reinaldo A. (1997). Armazenagem e Distribuição Física.
- Oliveira, C. S. (2008). Application of simulation techniques in lean manufacturing projects.
- Pegden, C. Dennis. (1995). Introduction to Simulation Using SIMAN – Second Edition.
- Pidd, M. (1998). Computer Simulation in Management Science.
- Silva, J. M. (1994). 5S: O ambiente da qualidade.
- Standridge, C.R., MARVEL, J.H. (2006). Why Lean Needs Simulation.
- Suzaki, K. (2010). Gestão das operações Lean: metodologias kaizen para a melhoria contínua.
- Womack, J.P., Jones, D.T. & Ross, D. (1990). The Machine that Changed the World.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation.